

令和2年度厚生労働科学研究費補助金

労働安全衛生総合研究事業

建設工事における安全衛生の確保のための
設計段階の措置の確立に向けた研究

令和2年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 吉川 直孝

令和2（2021）年 5月

目 次

I. 総括研究報告

建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究 吉川直孝、大幢勝利、平岡伸隆、伊藤和也、高橋弘樹、堀智仁	———— 1
---	--------

II. 分担研究報告

1. 建設工事における安全衛生の確保のための 設計段階の措置に係る国内外の動向調査 吉川直孝、大幢勝利、平岡伸隆、堀智仁	———— 11
2. 建設工事における安全衛生の確保のための 設計段階の措置に係る国内のヒアリング調査 吉川直孝、大幢勝利、平岡伸隆、高橋弘樹	———— 39
3. 建設工事における安全衛生の確保のための 設計段階又は施工計画段階の取り組みに関する事例研究 伊藤和也、豊澤康男	———— 84

III. 研究成果の刊行に関する一覧表	———— 111
---------------------	----------

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）
総括研究報告書

建設工事における安全衛生の確保のための

設計段階の措置の確立に向けた研究

研究代表者	吉川直孝	（独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・上席研究員
研究分担者	大幢勝利	（独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・センター長
研究分担者	平岡伸隆	（独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・主任研究員
研究分担者	伊藤和也	東京都市大学 建築都市デザイン学部都市工学科・教授
研究分担者	高橋弘樹	（独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・上席研究員
研究分担者	堀智仁	（独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・上席研究員

研究要旨

本研究では、①国内外の行政及び研究分野の動向についての調査、②国内の建設工事現場において実施された設計段階の安全衛生に関する措置の事例収集、③設計段階（施工前段階）からの安全衛生確保について、既に行政がガイドラインで示している分野（工事種）での事例研究、を3つの柱として実施することで、国内の建設工事において、活用できる設計段階の安全衛生対策をまとめる。

第1の柱の研究としては、国内外の公的機関の資料、国際的な学術論文、ヒアリング等を通して調査した。その結果、英国及び独国の行政では、設計段階から安全衛生を考慮し、それをBIMに取り入れていることが分かった。特に、英国では、BIMの安全衛生への利活用について、英国安全衛生庁が公的な資料を公開し普及に努めており、独国でも独国連邦運輸デジタルインフラ省がBIM4INFRA2020ハンドブックとして公的な資料を公開し、BIMの安全衛生への利活用を含めた形で、BIMの普及に努めていた。

第2の柱の研究としては、設計段階の措置の具体例を抽出できるようなヒアリング調査票を作成し、同調査票を国内の建設工事における発注者、設計者、施工者に配布し、ヒアリング調査を行った（継続実施）。

第3の柱の研究としては、設計段階又は施工計画段階からの安全対策をまとめている「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン（厚生労働省）」について、現場での取組について調査した（継続実施）。

研究分担者

① 大幢勝利

（独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所
研究推進・国際センター長

② 平岡伸隆

（独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所
主任研究員

③ 伊藤和也

東京都市大学 建築都市デザイン学部都市工学科
教授

④ 高橋弘樹

（独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所
上席研究員

⑤ 堀智仁

（独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所
上席研究員

A. 研究目的

本研究では、以下の3つの目的に従い研究を実施した。

A-1. 分担研究1

分担研究1では、建設工事における設計段階からの安全衛生対策の配慮として、日本の行政等の動向、海外の行政等の動向（英国、独国等）、研究分野の動向等を調査し取りまとめることを目的とする。特に、BIM/CIMの安全衛生への利活用についても動向を調査することを目的とする。

A-2. 分担研究2

分担研究2では、建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置に関して、国内の好事例を収集し、取りまとめることを目的としている。

A-3. 分担研究3

分担研究3では、設計段階又は施工計画段階からの具体的な取り組みに関する事例研究として、「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン（以下、『斜面ガイドライン』という。）」を適用して各種点検を行い、高精度傾斜計を用いて施工中の動態観測を実施し、斜面ガイドラインの点検が持つ意味と必要情報の関係等について明らかにすることを目的とする。

B. 研究方法

本研究では、上記した目的を達成するため、以下の3つの研究方法を採用した。

B-1. 分担研究1

分担研究1では、国内外の行政機関等のホームページから有用な公的資料をダウンロードし、それらを翻訳又は分析する方法で、国内外の動向を調査した。また、Impact Factor（インパクトファクター）を有する国際的な学術論文集から、BIM/CIMを安全衛生に利活用している論文を収集し、それらの要点を取りまとめた。

B-2. 分担研究2

分担研究2では、設計段階の措置の具体例を抽出できるようなヒアリング調査票を作成し、同調査票を国内の建設工事における発注者、設計者、施工者に配布し、ヒアリング調査を行った。

ヒアリング調査票は、合計11個の質問から成り、発注者・設計者・施工者と3通りの調査票を作成した。なお、全ての質問は各者で同様の内容として、同じ様な内容について、それぞれ立場の異なる視点から回答が得られるように工夫した。

B-3. 分担研究3

分担研究3では、設計段階又は施工計画段階からの具体的な取り組みに関する事例研究として、実現場への斜面ガイドラインの適用と動態観測を行う方法を採用した。斜面ガイドラインを適用して各種点検を行い、高精度傾斜計を用いて施工中の動態観測を実施し、斜面ガイドラインの点検が持つ意味と必要情報の関係等について調査した。

C. 研究結果

本研究では、3つの分担研究について、そ

それぞれの結果を以下に示す。

C-1. 分担研究1

日本の行政の動向として、国土交通省では、地質・地盤リスクについて、発注者が設計者に発注する際の仕様として、「土木設計業務等共通仕様書」1) = 「BIM/CIM 活用業務実施要領」2) → 「BIM/CIM 活用ガイドライン(案)」3) → 「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」4) という流れが明確にできており、設計段階から地質・地盤リスクを配慮できるような社会的な枠組みを構築していた。

次に、海外の動向として、英国では、英国安全衛生庁が、「Improving Health and Safety Outcomes in Construction, Making the Case for Building Information Modelling (BIM)」5) (建設における安全衛生の向上, BIMの導入について) という資料を公開し、BIMの安全衛生への利活用に関して、その利点と具体例を公的な資料として公開していた。その中で、BIMは、設計段階において安全衛生のリスクの除去又は低減において重要な役割を担うことができると主張している。つまり、企画・設計段階において、バーチャルな環境下でプロジェクトを視覚化すること、各関係者の作業をモデルに組み込めること、各関係者間のコミュニケーションを向上させること、施工開始前に設計者がリスクを除去又は低減することを可能にすること、施工リスクの早期の特定を可能にすること、リスクを除去できない場合には施工者に事前準備を促し適切なマネジメントを導入できること、BIMに時間次元を追加して4D化できること、施工プロセスをリハーサルでき潜在的なリスクを

特定できること等を挙げている。

また、独国では、独国連邦運輸デジタルインフラ省 (BMVI ; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) が2015年に発表したステップバイステップ計画「デジタル計画と建設」では、2020年までに計画されるすべての新しいプロジェクトにBIMレベルIを適用することを目的として、独国連邦運輸デジタルインフラ省 (BMVI) の管轄内でBIMを段階的に導入するための道筋を示している。このような動きの中、2016年10月、独国連邦運輸デジタルインフラ庁 (BMVI) はBIM4INFRA2020ワーキンググループに2年間のBIMステップ計画の実施に関する重要な条件を作成するよう依頼した。このうち、BIMのユースケースに関する適切なガイダンスとサンプルの提供では、企画から設計、施工、運用までの段階を通じて、BIMの使用に対する具体的なアプローチをBIM4INFRA2020ハンドブックとして公表している。このハンドブックは、様々なBIMユースケースを説明しており、実際の建設プロジェクトでの使用を想定したものである。BIM4INFRA2020ハンドブックはPart1~10まで用意されている。このうち、「Part6:最も重要なBIMユースケースの標準仕様」6)では、労働安全衛生について、設計段階にて検討することとなっており、BIMの使用例を設計段階における「労働安全衛生:設計とテスト(AWF8)」として示している。また、従来からの規制によるHOAIと建設プロジェクトの各段階におけるBIM利用との関係から、労働安全衛生は設計段階のうち、LP3(コスト計算を含むデザインプランニング)、LP5(実装計画)に検討する事項であることがわかった。

国際的な研究の動向としては、BIMと関連するツールを使用し建設活動における労働安全を理論的又は実務的に向上させようとする原著論文は、2010～2019年までで合計86件にのぼり、年々比例的に増加している7)。そのうち、米国の論文数が最も多く、次いで、中国、韓国と続く。ヨーロッパの中では、英国、仏国、独国が多い。シンガポールもそれらに次ぐ論文数を見せている。日本からは1件の論文があり、足場の自動設計、計画、描画についてである。

このような国際的な研究のうち、Cortés-Pérez et al. (2020)8) は、BIM/CIMソフトであるAutoDeskのRevitプラットフォームを利用し、Dynamoスクリプトからリスクレベルを色分けで表示し、リスク低減措置をRevit上に実装できるようにしている。

C-2. 分担研究2

発注者、設計者、施工者の3者に対する計11項目から成る質問票の回答を概観すると、設計段階からの安全衛生確保のための措置に対して賛成する意見が多かった。なお、それをどのように現在の社会的な枠組みの中に当てはめるか、ということについては、現在の状況で、以下の事項が挙げられた。

- ・ BIM/CIMの活用
- ・ 施工予定者技術協議方式 (ECI方式) の活用
- ・ 発注者、設計者、施工者による3者会議
また、安全衛生を経済性、施工性、環境保全等と同等に評価できる指標が欲しいといった要望があった。さらに、ある一定レベルの安全衛生を担保したこと条件に、経済性、施工性、環境保全等の検討に進むというよう

な枠組を要望する声もあった。

C-3. 分担研究3

斜面ガイドラインは、目視等による点検を根拠に「調査・設計施工段階別点検表」、「日常点検表」及び「変状時点検表」を作成する。今回の観測対象現場にて、調査者、設計者及び施工者の立場になり、着手前から掘削完了まで斜面ガイドラインの適用を試みた。なお、この点検表の適用・使用単位は「地層ごと」と「幅約20m」を目安とした。表-1に当現場への適用した各段階点検表を示す。掘削作業前の点検までの段階では、樹木植生などによる点検障害がなかったので記載内容に変更はない。しかし、掘削が進行することで新たな地質が出現したり、湧水による崩壊の危険が生じたりといった地山の異常が生じたため、斜面ガイドラインに従い「日常点検」から「変状時点検表」を作成し、「異常時対応シート」作成により情報共有を行った。最終的なトラブル解決は、発注者、設計者及び施工者を含めた三者協議で迅速に決定した。以下にそれぞれの点検表について詳細を示す。

a) 調査・設計段階点検

工事区間の山側斜面には連続した滑落崖があり馬蹄形を呈する。地形判読では明らかな「地すべり地形」であるが、地質調査報告書では今回の被災について、地すべり土塊の活動はなく、その一部が崩壊したものとされている。しかし、工事箇所の外郭には休眠中の地すべりが存在することから、今回の主体工事である山側のり面工事は大きな地質リスクを有していることは明らかである。また、滑落崖には表層がオーバーハングしており、かつての地すべり滑動による

ブロック積擁壁に縦方向のサイドクラックが生じている。

一方、表層部の地質は、滑落崖直下の緩い崩積土層と崖面には岩組織を残留する脆く亀裂の多い強風化頁岩が露頭する。

地下水については、ボーリング調査によると GL-4.0m 付近に水頭を持つ地下水が存在するとされているほか、工事箇所 endpoint に常時湧水が見られた。地すべり頭部のより上方の残斜面は、杉林で一定勾配のなだらかな斜面を呈し、過去の地山変動を示す段差や杉の根曲がりはない。

b) 施工計画～掘削作業前段階点検)

掘削斜面の植生は、繁茂状態ではなかったため、丁張り起工測量の際の伐採で新たな確認事項はなかった。そのため調査・設計段階での点検と同様であった。

c) 日常点検表

点検区間 1, 3 においては、通常の日視による日常点検を行い施工トラブルはなかった。計器を設置した点検区間 1 の測点 15.92 測線では、詳細は後述するが、施工段階や降雨などの気象状態の変化に微少な変形は生じており、掘削や斜面安定工法による目視点検では認められない地山挙動が把握できた。一方、点検区間 2 測点 32.00 付近で一次掘削を行った際に湧水が発生した。湧水箇所周辺は、強風化によって粘土化が激しい頁岩（風化の速い岩とする；新たな事実の出現）であり、降雨後に湧水量の増加に伴い小崩壊が発生した。粘土化した頁岩の吸水による軟弱化も激しく、さらに上部への後退性崩壊も予想され、今後の施工が不可能になったため「変状時点検表」を使い推移を記録した。規模が小さいため作業員の安全確保には問題はなかったが、今後の進展に

よっては、規模の拡大により補修工の難易度が高くなるので着目する必要性があり「変状時点検表」による監視の重要性を認識することができた。

d) 変状時点検表

施工に障害となる湧水の発生後、予定より 5 日間の休工遅延が生じた。現場での応急対策の検討や発注者・設計者への連絡及び三者会議の日程の調整などで時間を要することもあるが、予期せぬ現象が工事工程へ影響し、土砂崩壊災害の発生にも発展してしまう恐れがあった。斜面ガイドラインに従った点検では、湧水をトラブル発生まで予想できなかった。しかし、湧水発生後の崩壊が小さうちに予測・予防できた点では、点検項目で「湧水」を負のキーワードと認識していた点にある。

地質リスクマネジメントの視点では、この予期せぬ湧水を水抜きボーリングで「リスク対応」することとした。さらに、既往の地すべり地形の存在を考慮すると、調査・設計段階点検で他地点における湧水の実事を水平展開して全体の「リスク分析～評価」に発展・思考することは技術者として必要な要件である。

D. 考察

D-1. 分担研究 1

国土交通省では、設計業務の発注時に、「土木設計業務等共通仕様書」1)、「BIM/CIM 活用業務実施要領 2) 及び「発注者における BIM/CIM 実施要領（案）」を適用又は参照することとしている。そのうち、「土木設計業務等共通仕様書」1)では、「第 1211 条 設計業務の成果」として、主に施工性、経済性、

耐久性、維持管理に関すること、美観、環境等の要件を記載することを規定していた。このうち、環境については、「第 1212 条 環境配慮の条件」として、環境省が管轄する法律、ガイドライン等を根拠条文として 1 つの条文が設けられていた。

厚生労働大臣、国土交通大臣、内閣総理大臣署名で制定された「建設工事従事者の安全及び健康の確保の推進に関する法律（平成 28 年 12 月法律第 111 号）」の第 3 条第 2 項の在り方について、今後、海外の好事例も含め検討する必要があると考えられる。

その際、「BIM/CIM 活用業務実施要領」2) に「BIM/CIM を活用した検討等の具体的な内容」として記載のある「リスクに関するシミュレーション（地質、騒音、浸水等）」を拡大し、施工中のリスクに関するシミュレーションを含めることも考えられる。

さらに、施工中のリスクに関するシミュレーションにおいては、「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」4)を参考として、例えば、建設業において最も死亡者数の多い墜落・転落災害に対するリスクを取り上げ、設計段階において考慮できる墜落・転落災害防止対策を取りまとめることも考えられる。

このようにすれば、まずは墜落・転落災害防止対策から、設計段階に考慮されるようになり、その効果が確認されれば、他の災害リスクについても順次拡大するといったことも考えられる。

設計段階において考慮できる墜落・転落災害防止対策としては、例えば、高所作業の排除、プレハブ工法の採用（本質的安全設計）、開口部等への手すりの設置、墜落制止用器具を設置するフック等の設置（工学的

対策）等が考えられる。

具体的には、海外の事例を挙げ、BIM のソフトウェア上にリスクを色分けして表示し、ガードレールを設ける等のリスク低減措置をソフトウェア上に実装している事例を紹介した。

このように、BIM/CIM を設計段階からの安全衛生の向上に有効に活用していることがわかった。

D-2. 分担研究 2

発注者、設計者及び施工者とヒアリング調査をしてきた中で、三者とも設計段階からリスクの除去・低減を考慮し、設計段階からリスク低減措置を施すことに賛成であった。また、明確な社会的な枠組がないものの、会社単位、プロジェクト単位で設計段階からリスクの除去・低減を実施するような取組があった。なお、この時のリスクは、構造物が完成後の供用中や維持管理中に発生しうるリスクを除去・低減させることが主目的であった。労働安全衛生の向上は、副次的に得られた効果であった。

しかしながら、発注者、設計者および施工者ともに、設計段階からリスク低減措置を施すことに賛成で、その効果も認められていることから、本研究では、経済性、施工性、環境保全等とともに安全衛生に配慮した設計を推奨することを提案する。

例えば、機械安全の国際規格である ISO/IEC Guide 51 : 2014 (JIS Z 8051 : 2015)9)では、リスクを「危害の発生確率及びその危害の度合いの組合せ。」とし、許容可能なリスクを「現在の社会の価値観に基づいて、与えられた状況下で、受け入れられるリスクのレベル」と定義している。また、

安全とは、「許容不可能なリスクがないこと。」と定義されている。このように、設計段階で想定される施工時のリスクが、許容不可能なリスクレベルにある時、設計段階においてリスク低減措置を実施し、許容可能なリスクレベルにまで下げられることも考えられる。

発注者のヒアリング調査結果から、『構造物 100 年の間に想定されるリスクについては全て考慮するよう求められている。例えば、地震等、100 年以内に起こる可能性のある事象については設計に考慮する。100 年以上のスパンの事象については、構造物が破壊されるのではなく、損傷をできる限り抑制するような冗長性を持たせた壊れ方をするような設計を考える。』とある。つまり、現状において、自然災害である地震等を考慮した設計を実施しているという回答が得られている。

従って、自然災害と同様、現在の建設業における死亡率(リスクレベル)よりも高いリスクについては、設計段階でそれらを除去又は低減することが求められる。

このように設計段階から想定されるリスクを除去又は低減するような社会的な枠組が構築されれば、「BIM/CIM」の活用、「設計段階から施工者が関与する方式（ECI 方式）」の採用、三者の合同連絡会議の開催等、設計段階から労働安全衛生対策を図る方法を有効に活用することができる。

D-3. 分担研究 3

斜面ガイドラインによる一連の事業工程に連動した点検表は、作業進捗に従い、地山の微地形や地質性状など不明だった箇所が明らかになる。そのため、最上流の調査設計

時点においては不明確であった地山の挙動は、リスクとして考える必要がある。一般に地質リスクマネジメントの多くは調査設計から施工段階に向かって、より合理的かつ総合的にも経済性を追求することを念頭において実施されるものである。これは、施工時の仮設地山掘削作業の安全性確保の観点からも合理的な手法といえる。したがって、「調査・設計施工段階点検表」を利用して、リスク抽出を行い、そのリスクを分析・評価して対応を策定することが現在の事業者つまり施工者の責務となる。しかし、リスクの分析～対応については、本来は事業者のみでは策定できないため、発注者を含めた調査・設計段階での地質リスクマネジメントが必須となる。今後の土木事業では「地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」と「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン」が融合した「意識と体制」を構築したリスクコミュニケーションが必要である。

E. 結論

このように、分担研究 1～3 を概観すると、すでに我が国においても、設計段階から考慮する(している)労働安全衛生に係るリスクがあることがわかる。

具体的には、国土交通省の各地方整備局が設計業務を発注する際に参考とする「BIM/CIM 活用業務実施要領」2)に「BIM/CIM を活用した検討等の具体的な内容」として「リスクに関するシミュレーション(地質、騒音、浸水等)」が明記されている。その詳細としては、「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイド

ライン」に、発注者、設計者、施工者等の関係者の連携によるリスクマネジメントとして記載されていた。

今後は、このような動きを拡大し、建設業において最もリスクの高い墜落・転落災害に対するリスクにも適用していくことが望まれる。

そのためには、ヒアリング調査からも好事例として情報提供のあった「BIM/CIM」の活用、「設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）」の採用、発注者、設計者及び施工者の合同連絡会議の開催等を適宜実施し、設計段階から安全衛生への配慮を推進していくことが望まれる。

また、設計段階又は施工計画段階からの安全衛生への配慮の1つの具体的な事例として、斜面ガイドラインを挙げ、リスクコミュニケーションの重要性を指摘した。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 柴田達哉, 伊藤和也, 杉山竜一: 斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドラインを用いた地質リスク抽出と実際の地山挙動, 土木学会論文集 F6 (安全問題), 掲載決定.

2. 学会発表

- 1) 大幢勝利, 吉川直孝, 高橋弘樹, 平岡伸隆: 欧州における建設業の労働安全衛生管理体制の調査—ドイツの制度, 第53回安全工学研究発表会, p.77-78, 2020.
- 2) 吉川直孝, 大幢勝利, 平岡伸隆, 豊澤康男: 建設プロジェクトの安全情報の整理について, 安全工学シンポジウ

ム 2020 講演予稿集, p.28-29, 2020.

- 3) 柴田達哉, 伊藤和也: 斜面崩壊による労働災害防止対策ガイドラインと実際の地山挙動, 安全工学シンポジウム 2020 講演予稿集, p.144-147, 2020.

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし

H. 引用文献

- 1) 国土交通省: 土木設計業務等共通仕様書(案), <https://www.mlit.go.jp/common/001335815.pdf> (2021年3月1日閲覧)
- 2) 国土交通省大臣官房技術調査課: BIM/CIM 活用業務実施要領, <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001396296.pdf> (2021年3月1日閲覧)
- 3) 国土交通省大臣官房技術調査課: BIM/CIM 活用ガイドライン (案) 第1編 共通編, <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001395762.pdf> (2021年3月1日閲覧)
- 4) 国土交通省大臣官房技術調査課, 国立研究開発法人土木研究所, 土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会: 土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン—関係者が ONE-TEAM でリスクに対応するために

—,

<https://www.pwri.go.jp/jpn/research/saisentan/tishitsu-jiban/pdf/georisk-guideline2020.pdf> (2021年3月1日閲覧)

- 5) Health & Safety Executive : Improving Health and Safety Outcomes in Construction, Making the Case for Building Information Modelling (BIM), <https://www.hse.gov.uk/construction/lw-it/assets/downloads/improving-health-and-safety-outcomes-in-construction.pdf> (2021年3月1日閲覧)
- 6) BIM4INFRA2020: <https://bim4infra.de/handreichungen/> (2021年3月1日閲覧)
- 7) Fagnoli, M. and Lombardi, M. : Building Information Modelling (BIM) to Enhance Occupational Safety in Construction Activities: Research Trends Emerging from One Decade of Studies, *buildings* 2020, 10, 98, doi:10.3390/buildings10060098, 23p., 2020.
- 8) Cortés-Pérez, J.P., Cortés-Pérez, A., Prieto-Muriela, P.: BIM-integrated management of occupational hazards in building construction and maintenance, *Automation in Construction* 113 (2020) 103115.
- 9) JIS Z 8051: 2004 (ISO/IEC Guide 51: 2014) 安全側面-規格への導入指針, <http://kikakurui.com/z8/Z8051-2015-01.html> (2021年3月1日閲覧)

厚生労働科学研究費補助金
分担研究報告書

建設工事における安全衛生の確保のための

設計段階の措置に係る国内外の動向調査

研究代表者 吉川直孝 (独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・上席研究員
研究分担者 大幢勝利 (独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・センター長
研究分担者 平岡伸隆 (独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・主任研究員
研究分担者 堀智仁 (独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・上席研究員

研究要旨

本分担研究では、日本及び海外の行政の動向、研究分野の動向を公的機関の資料、国際的な学術論文等を用いて調査した。その結果、海外（英国、独国）の行政では、設計段階から安全衛生を考慮し、それを BIM に取り入れていた。また、研究分野においても、BIM の安全衛生への利活用について、2010 年から 2019 年までで少なくとも 86 件の原著論文が発表されており、年々その数を増やしていることが明らかとなった。特に、英国では、BIM の安全衛生への利活用について、英国安全衛生庁が公的な資料を公開し普及に努めている。また、独国でも独国連邦運輸デジタルインフラ省が BIM4INFRA2020 ハンドブックとして公的な資料を公開し、BIM の安全衛生への利活用を含めた形で、BIM の普及に務めている。さらに、国際的な研究の動向としては、BIM のソフト上で墜落・転落リスクを色分けして表示し、そのリスク低減措置を自動でセットアップするようなプログラミングも実施されていた。このような動きを日本にも普及させ、設計段階から安全衛生を配慮するような枠組作りが必要である。

A. 研究目的

本分担研究では、建設工事における設計段階からの安全衛生対策の配慮として、日本の行政等の動向、海外の行政等の動向（英国、独国等）、研究分野の動向等を調査し取りまとめることを目的とする。特に、**BIM/CIM** の安全衛生への利活用についても動向を調査することを目的とする。

B. 研究方法

本分担研究では、国内外の行政機関等のホームページから有用な公的資料をダウンロードし、それらを翻訳又は分析する方法で、国内外の動向を調査する。また、**Impact Factor**（インパクトファクター）を有する国際的な学術論文集から、**BIM/CIM** を安全衛生に利活用している論文を収集し、それらの要点を取りまとめた。

C. 研究結果

C-1. 日本の行政等の動向

国土交通省は、建設現場の生産性向上を図る i-Construction の取組において、これまで 3 次元モデルを活用し社会資本の整備、管理を行う CIM (Construction Information Modeling, Management) を導入することで受発注者双方の業務効率化・高度化を推進している。一方で、国際的な BIM (Building Information Modeling) の動向等は近年顕著な進展を見せており、土木分野での国際標準化の流れを踏まえ、Society 5.0 における新たな社会資本整備を見据えた 3 次元データを基軸とする建設生産・管理システムを実現するため BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling, Management) という概念におい

て産官学一体となって再構築し、BIM/CIM の取り組みを推進している 1)～6)。

この取組の中で、国土交通省は「BIM/CIM 活用ガイドライン(案) 第1編 共通編」1)を令和2年3月に発出し、翌年令和3年3月に一部改定している。同ガイドライン(案)に、BIM/CIM の推進・活用にあたり、図1のとおり、関連する実施要領や各基準・要領等を整備し、体系的な推進を図っている。同図を見ると、設計業務の発注時に、「土木設計業務等共通仕様書」2)、「BIM/CIM 活用業務実施要領 3) (ICT の全面的な活用の推進に関する実施方針 別紙4)」及び「発注者における BIM/CIM 実施要領 (案)」5)を適用又は参照することとしている。

「土木設計業務等共通仕様書」2)は、以下のような適用としている。

第 1101 条 適用

1. 設計業務等共通仕様書 (以下「共通仕様書」という。)は、国土交通省〇〇地方整備局 (港湾空港関係を除く。)の発注する土木工事に係る設計及び計画業務 (当該設計及び計画業務と一体として委託契約される場合の土木工事予定地等において行われる調査業務を含む。)に係る土木設計業務等委託契約書及び設計図書の内容について、統一的な解釈及び運用を図るとともに、その他の必要な事項を定め、もって契約の適正な履行の確保を図るためのものである。

2. 設計図書は、相互に補完し合うものとし、そのいずれかによって定められている事項は、契約の履行を拘束するものとする。

3. 特記仕様書、図面、共通仕様書又は指

示や協議等の際に相違がある場合、又は図面からの読み取りと図面に書かれた数字が相違する場合など業務の遂行に支障が生じた若しくは今後相違することが想定される場合、受注者は調査職員に確認して指示を受けなければならない。

4. 発注者支援業務、測量業務及び地質・土質調査業務等に関する業務については、別に定める各共通仕様書によるものとする。

このように、「土木設計業務等共通仕様書」2)は、設計業務等に係る契約の適正な履行の確保を図るためのものである。同仕様書において、第1211条に設計業務の成果の内容が以下のとおり規定されている。

第1211条 設計業務の成果

成果の内容については、次の各号についてとりまとめるものとする。

(1) 設計業務成果概要書

設計業務成果概要書は、設計業務の条件、特に考慮した事項、コントロールポイント、検討内容、施工性、経済性、耐久性、維持管理に関すること、美観、環境等の要件を的確に解説し取りまとめるものとする。

(2) 設計計算書等

計算項目は、この共通仕様書及び特記仕様書によるものとする。

(3) 設計図面

設計図面は、特記仕様書に示す方法により作成するものとする。

(4) 数量計算書

数量計算書は、「土木工事数量算出要領(案)」(国土交通省・最新版)により行う

ものとし、算出した結果は、「土木工事数量算出要領数量集計表(案)」(国土交通省・最新版)に基づき工種別、区間別に取りまとめるものとする。ただし、概略設計及び予備設計については、特記仕様書に定めのある場合を除き、一般図等に基づいて概略数量を算出するものとする。

(5) 概算工事費

受注者は、概算工事費を算定する場合には、調査職員と協議した単価と、前号ただし書きに従って算出した概略数量をもとに算定するものとする。

(6) 施工計画書

1) 施工計画書は、工事施工に当たって必要な次の事項の基本的内容を記載するものとする。

(イ) 計画工程表 (ロ) 使用機械 (ハ) 施工方法 (ニ) 施工管理 (ホ) 仮設備計画 (ヘ) 特記事項その他

2) 特殊な構造あるいは特殊な工法を採用したときは、施工上留意すべき点を特記事項として記載するものとする。

(7) 現地踏査結果

受注者は、現地踏査を実施した場合には、現地の状況を示す写真と共にその結果をとりまとめることとする。

このように、設計業務成果概要書には、主に施工性、経済性、耐久性、維持管理に関すること、美観、環境等の要件を記載することを規定している。また、施工計画書には、計画工程表、使用機械、施工方法、施工管理、仮設備計画、特記事項その他を記載することを規定している。

そこで、環境というキーワードで検索してみると、以下のような条文がヒットする。

第 1212 条 環境配慮の条件

1. 受注者は、「循環型社会形成推進基本法」（平成 12 年 6 月法律第 110 号）に基づき、エコマテリアル（自然素材、リサイクル資材等）の使用をはじめ、現場発生材の積極的な利活用を検討し、調査職員と協議のうえ設計に反映させるものとする。
2. 受注者は、「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」（平成 12 年 5 月法律第 100 号、以下「グリーン購入法」という。）に基づき、物品使用の検討にあたっては環境への負荷が少ない環境物品等の採用を推進するものとする。また、グリーン購入法第 6 条の規定による「国土交通省の環境物品等の調達の推進を図るための方針」に基づき、特定調達品目の調達に係る設計を行う場合には、事業ごとの特性を踏まえ、必要とされる強度や耐久性、機能の確保、コスト等に留意しつつ、原則として、判断の基準を満たすものが調達されるように設計するものとする。
3. 受注者は、「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」（平成 12 年 5 月法律第 104 号）に基づき、再生資源の十分な利用及び廃棄物の減量を図るなど適切な設計を行うものとする。
4. 受注者は、「建設汚泥の再生利用に関するガイドライン」（平成 18 年 6 月）の趣旨に配慮した設計を行うものとする。

このように、環境について、環境配慮の条件として、1つの条文が用意されていることがわかる。また、同仕様書内で参考とする主

要技術基準及び参考図書のうち、環境省又は環境庁に係るものとして、「猛禽類保護の進め方（改訂版）—特にイヌワシ、クマ、タカ、オオタカ—」、「環境大気常時監視マニュアル 第 6 版」、「騒音に係わる環境基準の評価マニュアル I. 基本評価編」、「騒音に係わる環境基準の評価マニュアル II. 地域評価編（道路に面する地域）」、「面的評価支援システム操作マニュアル（本編） Ver. 4.0.1」がある。このことから、環境保全は設計段階で考慮する事項に明確に含まれていることがわかる。これは、前述した「第 1211 条 設計業務の成果」にも設計業務成果概要書として、環境要件を的確に解説し取りまとめるものと規定していることから明らかである。「循環型社会形成推進基本法」（平成 12 年 6 月法律第 110 号）、「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」（平成 12 年 5 月法律第 100 号、以下「グリーン購入法」という。）、「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」（平成 12 年 5 月法律第 104 号）、「建設汚泥の再生利用に関するガイドライン」（平成 18 年 6 月）等、環境省が積極的に法律、ガイドライン等を定め、関係各省庁に働きかけてきたために実現したものと推察される。

一方、同仕様書内で参考とする主要技術基準及び参考図書のうち、厚生労働省に関連するものは、「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン」及び建設業労働災害防止協会が発行する「ずい道等建設工事における換気技術指針」であった。

ここで、「建設工事従事者の安全及び健康の確保の推進に関する法律」（平成 28 年 12 月法律第 111 号）の第 3 条に基本理念が規定されており、以下のとおりである。

（基本理念）

第 3 条 建設工事従事者の安全及び健康の確保は、建設工事の請負契約において適正な請負代金の額、工期等が定められることにより、行われなければならない。

2 建設工事従事者の安全及び健康の確保は、このために必要な措置が建築物等の設計、建設工事の施工等の各段階において適切に講ぜられることにより、行われなければならない。

3 建設工事従事者の安全及び健康の確保は、建設工事従事者の安全及び健康に関する建設業者等及び建設工事従事者の意識を高めることにより、安全で衛生的な作業の遂行が図られることを旨として、行われなければならない。

4 建設工事従事者の安全及び健康の確保は、建設工事従事者の処遇の改善及び地位の向上が図られることを旨として、行われなければならない。

このように、同法律の第 3 条第 2 項の在り方について、今後も議論を深める必要がある。

次に、国土交通省が、設計業務の発注時に適用又は参照する「BIM/CIM 活用業務実施要領 3）（ICT の全面的な活用の推進に関する実施方針 別紙）」について考察する。同実施要領についても「土木設計業務等共通仕様書」2）と同様に、設計段階において BIM/CIM を活用し、設計者との契約の適正な履行の確保を図る目的と考えられる。同実施要領から、概要、対象業務、BIM/CIM を活用した検討等を抜粋すると以下のとおりである。

1. BIM/CIM 活用業務

1. 1 概要

BIM/CIM 活用業務とは、建設生産・管理システム全体の課題解決および業務効率化を図るため、建設生産・管理システムにおける測量・調査、設計等のプロセスの各段階において、BIM/CIM (Building/ Construction Information Modeling, Management) を活用した検討等を実施し、後工程のために必要な BIM/CIM モデル等を構築する業務である。

1. 2 対象業務

BIM/CIM 活用業務の対象は、以下とする。

- ・測量業務
- ・地質・土質調査業務
- ・河川（河川構造物設計等）
- ・砂防および地すべり対策（砂防構造物設計、地すべり対策調査・計画・設計等）
- ・ダム（ダム地質調査、ダム本体設計、ダム付帯施設設計、施工計画及び施工設備等）
- ・道路（道路設計、地下構造物設計、トンネル設計、橋梁設計等）

なお、上記の他に、発注者が必要と認めた場合は、発注者指定型又は受注者希望型で BIM/CIM 活用業務の対象としてもよい。

1. 3 BIM/CIM を活用した検討等

BIM/CIM を活用した検討等を 1.3.1 に基づき実施する。当該検討等に当たっては、受発注者間の事前協議に基づき BIM/CIM 実施計画書を 1.3.2 に基づき作成し、検討結果に関する BIM/CIM 実

施報告書を 1.3.3 に基づき取りまとめる。なお、設計図書に照査技術者の配置の定めがあり、BIM/CIM モデルを活用して契約図書（2 次元図面）の照査を行う場合においては、その旨を業務計画書の照査計画に記載することとし、具体的に照査を行う対象や範囲を BIM/CIM 実施計画書に記載する。

ただし、測量業務については、これらによらず、「別紙－1 UAV等を用いた公共測量実施要領」「別紙－3（1）3次元ベクトルデータ作成業務実施要領」「別紙－3（2）3次元設計周辺データ作成業務実施要領」による。

1. 3. 1 BIM/CIM を活用した検討等の具体的な内容

以下の①～④による。

① BIM/CIM モデルの作成・更新

詳細設計における BIM/CIM モデルの作成・更新については、「3次元モデル成果物作成要領（案）」に基づき実施する。また、次項の②の項目を選定した場合は、追加分として、当該項目の目的を達成するために必要な BIM/CIM モデルの作成・更新を行う。詳細設計以外における BIM/CIM モデルの作成・更新については、次項の②において選定した項目の目的を達成するために必要な BIM/CIM モデルの作成・更新を行う。なお、BIM/CIM モデルの作成・更新を行う際、調査段階等の上流工程から受け渡された情報（例えば、測量データ、地形データ、地質・土質モデル、線形データ、上流工程で作成した構造物、土工形状の3次元モデル、統合モデル等）がある場合、適切に活用を図る。

② BIM/CIM モデルを活用した検討の実施

発注者は、円滑な事業執行のために必要と判断した場合、以下の a)～g)から BIM/CIM モデルを活用した検討項目を選定する。具体的な実施内容については、「別添-1 BIM/CIM 活用業務における BIM/CIM モデルを活用した検討内容の記載例」を参考にする。なお、詳細設計で適用する「3次元モデル成果物作成要領（案）」において、設計品質確保のために BIM/CIM モデルを活用した契約図書（2次元図面）の設計照査を求めているが、対象箇所を詳細に明示している訳ではないため、特に施工時に問題になりやすい箇所（過密配筋箇所、橋梁杓座部のアンカーバー周辺等）を BIM/CIM モデルにより事前検討する必要性が高い場合、g)において明記する。また、これらの検討を実施する際、情報共有システムの活用、「BIM/CIM 活用における「段階モデル確認書」作成手引き【試行版】（案）」による段階モデル確認等により、手戻りなく検討を進められるよう努める。

- a) 設計選択肢の調査（配置計画案の比較等）
- b) リスクに関するシミュレーション（地質、騒音、浸水等）
- c) 対外説明（関係者協議、住民説明、広報等）
- d) 概算工事費の算出
- e) 4D モデル（3次元モデルに時間情報を付与したモデル）による施工計画等の確認
- f) 複数業務・工事を統合した工程把握及び情報共有

g) その他【業務特性に応じた項目を設定】

このように、「BIM/CIM 活用業務実施要領」3)では、BIM/CIM を活用した検討等の具体的な内容のうちの 1 つの検討項目として、「b) リスクに関するシミュレーション（地質、騒音、浸水等）」を挙げている。また、同実施要領にて引用している「別添-1 BIM/CIM 活用業務における BIM/CIM モデルを活用した検討内容の記載例」4)を見ると、「b) リスクに関するシミュレーション（地質、騒音、浸水等）」の記載例は以下のとおりである。同記載例は、国土交通省の各地方整備局が各建設プロジェクトの特性に応じて定める特記仕様書に記載するための例を示したものである。

b) リスクに関するシミュレーション（地質、騒音、浸水等）

1) 実施目的

本体構造物と地質・土質構成等の位置関係を地質・土質モデルにより立体的に把握することで、地質・土質上の課題等を容易に把握し、これにより後工程におけるリスクを軽減するための適切な対策につなげることを目的とする。【これは地質の場合。事業の特性に応じて記載する】

2) 実施内容

本体構造物の周辺について、ボーリングデータから作成した地質断面図を重ねた地質・土質モデルを作成する。視覚的に容易に確認できるよう、土質による色分けを分かりやすく表現する。なお、地質・土質モデルは不確実性を含んだ推計モデルであることから、地質・土質調査の量

や質を踏まえた推定の考え方を明示する。【これは地質の場合。事業の特性に応じて記載する】

3) 作成する BIM/CIM モデル

地質・土質モデル【事業の特性に応じて記載する】

4) BIM/CIM モデルの詳細度（想定）

BIM/CIM 活用ガイドライン（案）による。

5) BIM/CIM モデルに付与する属性情報（想定）

BIM/CIM 活用ガイドライン（案）による。

6) 主に参照する基準・要領等

BIM/CIM 活用ガイドライン（案）

土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン【地質の場合】

7) 【参考】適用が見込まれる場合

（地質の場合）山間部等であって、地盤状況の立体的な把握が困難であり、かつ地盤の不確実性に伴う後工程における手戻り（現地不整合等に伴う再検討、クレーン等による工事中止等）による影響が大きいと考えられる場合において適用が見込まれる。

このように、同記載例は、「・・・地質・土質上の課題等を容易に把握し、これにより後工程におけるリスクを軽減するための適切な対策につなげることを目的とする。・・・」とあり、リスクを低減するために、設計段階から BIM/CIM を用いて地質・土質モデルを立体的に把握することとしている。このように、地質、騒音、浸水等に限ったことではあるが、リスクに関するシミュレーションに BIM/CIM を活用することに

関して、設計段階の業務としている。

同記載例において、主に参照する基準・要領等では、「BIM/CIM活用ガイドライン(案)」1)及び「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」5)を挙げている。具体的に、「BIM/CIM活用ガイドライン(案)」1)及び「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」5)の内容をまとめてみる。

まず、「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」5)では、地質・地盤リスクマネジメントにおいて最も重要な点は、事業者（ここではおそらく発注者のこと。）、地質・地盤技術者、設計技術者、施工技術者、点検技術者及びそれを支援する産官学の専門家等の関係者がリスクマネジメントに参画し、リスクに関する情報を共有し、役割を分担し、また強く連携してリスクに対応しようとする意識とその体制にあると考え、これを ONE-TEAM と表現している。同ガイドラインは、国土交通省の実施する土木事業を対象とし、また、地方自治体等が実施する土木事業においても活用できるとある。地質・地盤リスクマネジメントの構成とプロセスは以下のとおりである。

地質・地盤リスクマネジメントは以下の①～⑤で構成され、そのプロセスは事業の様々な階層において継続的に実施するものとする。

- ①コミュニケーション及び協議
- ②リスクマネジメントの計画
- ③リスクアセスメント
- ④リスク対応
- ⑤リスクマネジメントの継続的な改善

これをわかりやすくまとめたものが図 2 に示す地質・地盤リスクマネジメントのプロセスであり、これは ISO 31000⁶⁾のリスクマネジメントのプロセスを地質・地盤リスクマネジメントに適用したものとある。また、図 2 に示すプロセスの一部もしくは全体は、建設プロジェクトの各段階の中にも各工程で繰り返し実行される必要があると述べている。それをイメージしたものが図 3 とある。同図の左が建設プロジェクト全体の流れ（構想→計画→設計→施工→維持管理）を示したものである。設計段階の中にも、予備調査→予備設計→詳細調査→詳細設計があり、図 2 のプロセスの一部もしくは全体が実行される。

ここで、建設プロジェクト全体の流れの中において、地質・地盤リスクマネジメントの構成要素の「④リスク対応」については、以下のとおりである。

5.5 リスク対応

リスク評価結果を基に、リスク対応の選択肢を検討し、最適な対応策を実施する。

【解説】

（1）リスク対応候補の案出と選定

リスク対応はリスクを修正するプロセスであり、ここでいう修正とは予想される影響がより好ましいものとなるように対応策を講じることである。一般に、回避（リスク要因を取り除く対応）、低減（リスクの起こりやすさを減じたり影響を小さくしたりする対応）、移転（保険等による対応）、保有（対策をとらずリスクを受け入れる対応）等に分けられる。地質・地盤リスクの対応方法も同様であり、その

ための具体的な対応の方法として、計画変更、設計の変更、工法の変更、施工時や施工後のモニタリング等がある。また、これらを定めるのに十分な情報がない場合は、追加調査等の対応もある。

このため、地質リスク調査検討業務の活用、リスク対応検討チームによる検討等により、できるだけ複数のリスク対応策の案出を行うことを基本とする。検討チームは設計技術者、施工技術者、地質・地盤技術者が参加することが望ましい。

次に、案出された地質・地盤リスク対応策の中からリスク対応候補を選定する。この候補の選定は、リスク評価の結果を基に、その影響を勘案し、技術的な対応の可能性や行政的な対応の可能性等も含めて行うことが一般的である。

なお、候補の選定にあたっては、各対応方法によるメリットやデメリットを整理した上で、対応方法を選定することが望ましい。リスク対応は、その実効性を担保するため、単一のリスク対応だけでなく対応群として実施すべき場合もある。また、リスク対応することで他のリスクを生み出す場合もあることから、これらに留意し、多面的な視点で整理することに努める。

これらの情報はリスク管理表等にまとめて整理し、リスク対応候補の選定根拠も含めて記録し、引き継ぐものとする。

(2) リスク対応の決定と実施

地質・地盤リスクマネージャは事業の責任者と必ずしも同一ではないため、地質・地盤リスクマネージャが行うのはリスク対応候補の選定であり、最終的な対応の決定は、地質・地盤リスクマネー

ジャと協議の上、事業者が行うものとする。

事業者は選定されたリスク対応候補やその他の案について、その内容を十分把握した上で対応を決定し、できるだけ速やかに実施する必要がある。このために、受発注方式や契約内容等においても、あらかじめ地質・地盤の不確実性等に対応しやすい方式・内容にしておくこと等が考えられる（例：工事における「技術提案・交渉方式」等）。

事業者は、最終的な対応の選定結果とその理由及びその後に必要な対応や残存リスク等を地質・地盤リスクマネージャに伝えるものとし、記録に残し、後の作業に関わる関係者に共有し引き継ぐものとする。

(3) 不確実性を考慮したリスク対応

設計・施工段階では、地質・地盤リスクの不確実性を保有したまま作業を行う場合がある。これは、事業が進んだ段階で、より多くの、より精度の高い情報が得られるため、その時点において対応する方が効率的であると判断された場合である。つまり、設計・施工段階で「保有」として対応したリスクに対して、後段階である施工・維持管理段階で「低減」等の対応を行うというものである。

(4) 残存リスクへの対応

地質・地盤リスクに関わる影響の多くは施工時に発現する。このため、施工時等において、残存リスクへの対応のために、施工リスク検討チームを組織する等によって、必要な体制を確保し、リスクに関する情報やリスクの兆候の検知方法、兆候発生時の対応方法、影響（事象）の発現時の対応方法等を関係者で共有す

るとともに、モニタリング等の適切な対応を行うことが望ましい。

また、豪雨や地震等の自然現象による地質災害や構造物の劣化による事故等の維持管理時のリスク対応が必要となる場合は、適切な点検によってリスクの増大の兆候を検知する方法等、適切なリスクマネジメント体制を構築して対応することが望ましい。

（5）対応したリスクの整理

リスク対応の結果は、リスクアセスメントの結果とともに整理するものとする。下記の①～⑧は、リスク対応結果について整理する項目の例である。

- ①リスクの項目
- ②リスクの位置や範囲
- ③リスクの内容（要因、素因や誘因等）
- ④結果の大きさとその根拠
- ⑤起こりやすさとその根拠（地質・地盤の必要性能と地質・地盤の推定性能の関係等）
- ⑥評価の結果
- ⑦リスク対応結果（内容と選定根拠）
- ⑧残存リスクへの対応 等

このように、特定されたリスクに対して、回避（リスク要因を取り除く対応）、低減（リスクの起こりやすさを減じたり影響を小さくしたりする対応）、移転（保険等による対応）、保有（対策をとらずリスクを受け入れる対応）等のリスク対応が考えられるとある。また、これらの情報はリスク管理表等にまとめて整理し、リスク対応候補の選定根拠も含めて記録し、引き継ぐものとする。さらに、事業者（ここではおそらく発注者のこと。）は、地質・地盤リスクマ

ネージャの示したリスク対応候補の中から、最終的なリスク対応を決定するとある。受発注方式や契約内容等においても、あらかじめ地質・地盤の不確実性等に対応しやすい方式・内容にしておくこと等が考えられるとある。設計・施工段階で「保有」として対応したリスクに対しては、後段階である施工・維持管理段階で「低減」等の対応を行うというものもあるとある。

一方、厚生労働省は、労働安全衛生法第28条の2において、「危険性又は有害性等の調査及びその結果に基づく措置」として、製造業や建設業等の事業場の事業者は、リスクアセスメント及びその結果に基づく措置の実施に取り組むことが努力義務とされ、その適切かつ有効の実施のために、厚生労働省から「危険性又は有害性等の調査等に関する指針」が公表されている⁷⁾。同リスクアセスメントは、地質・地盤リスクマネジメントの構成要素である「③リスクアセスメント」及び「④リスク対応」に該当する。国土交通省の「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」⁵⁾と厚生労働省の「危険性又は有害性等の調査等に関する指針」は、関連性の高い行政施策であることがわかる。

地質・地盤リスクマネジメントを実行する際には、「BIM/CIM活用ガイドライン(案)」¹⁾にあるように、BIM/CIMの地質・土質モデルを作成することで、本体構造物と地質・土質構成等における位置関係の立体的な把握が可能となり、各段階の地質・土質上の課題や地質・地盤リスクを関係者間で共有することにより、追加すべき補足調査や計画立案に関する検討を円滑に進めることが期待できるとある。具体的には、図4に示すよ

うに、地盤調査に基づいて作成した地質・土質モデル（3次元地盤モデル（サーフェスマデル））を用いることによって、杭・基礎構造物が支持層に貫入されていることを視覚的に確認することに活用できるとしている。

このように、地質・地盤リスクについては、発注者が設計者に発注する際の仕様として、「土木設計業務等共通仕様書」2)＝「BIM/CIM活用業務実施要領」3)→「BIM/CIM活用ガイドライン(案)」1)→「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」5)という流れが明確にできている。

C-2. 海外の行政等の動向

C-2-1. 英国の動向

本項では、安全衛生へのBIMの活用について、英国の状況をまとめる。

英国安全衛生庁（Health and Safety Executive、以下「HSE」という。）は、BIMを用いた安全衛生向上の取組として「Improving Health and Safety Outcomes in Construction, Making the Case for Building Information Modelling (BIM)」

（建設における安全衛生の向上、BIMの導入について）という資料を公開している。HSEのConstruction Division（建設課）が、BIM利用を通じて安全衛生向上の可能性を調査すること、そして、ハザードやリスクについての情報を共有することを目的として、2015年に「BIM 4 Health & Safety Working Group」（BIM 4 安全衛生ワーキング）を立ち上げた。同資料は、同安全衛生ワーキングが、BIMと安全衛生向上の関係を説明し、業界全体の例を挙げてBIMの利点を実際に生かし、BIMアプローチの課題と限界を概説す

ることにある。

同資料の中で、BIM利用の成功にとって鍵となるのは、共通データ環境（Common Data Environment、以下「CDE」という。）の作成とある。CDEは、建設プロジェクトのライフサイクル全体にわたり、安全衛生情報を記録・登録するため、構造化され管理されたシステムを提供することとある。CDE内に含まれる情報は、設計、施工、施工監理、供用という構造物のライフサイクルのあらゆる段階にわたり、全ての関係者が利用できることとある。関係者が、プロジェクト全体にわたり、リスクを特定、低減、管理、伝達することを可能にするためとある。例えば、ケーススタディ1として、テムズ河口の水防を維持管理するための環境庁のプロジェクトを図5のとおり紹介している。同プロジェクトでは、COBie（Construction Operations Building Information Exchange、施工オペレーション建設情報交換、以下「COBie」という。）フォーマットを使用し、重要な安全衛生情報を含む水防資産についてのデータを保存し、同データをプロジェクトの全期間にわたり利用可能な状態で保持させるため、CDEを開発している。

次に、BIMは、設計段階において安全衛生のリスクの除去又は低減において重要な役割を担うことができるとも言っている。つまり、企画・設計段階において、バーチャルな環境下でプロジェクトを視覚化すること、各関係者の作業をモデルに組み込むこと、各関係者間のコミュニケーションを向上させること、施工開始前に設計者がリスクを除去又は低減することを可能にすること、施工リスクの早期の特定を可能にすること、リスクを除去できない場合には施工者に事

前準備を促し適切なマネジメントを導入できること、BIMに時間次元を追加して4D化できること、施工プロセスをリハーサルでき潜在的なリスクを特定できること等を挙げている。また、BIMの使用により、発注者又は設計者が高い場所まで行く必要がなくなり、構造物の屋根、屋上等を適切に評価でき、構造物を安全な場所から評価し協議できるとある。

その他、National Grid社の最先端のトレーニング施設であるEakringで最近行われたバルブピットのデザインレビューでは、BIMモデルがHAZID(Hazard Identificationの略;危険源の特定)調査中の安全衛生担当者に示され、その担当者から、吊り下げ式の安全梯子(はしご)とバリアが用意されているものの(図6左図参照)、安全リスクをさらに低減するためにゲート付きのアクセスポイントが必要であると指摘したとのことである(図6右図参照)。このように、危険源の特定に関して、2次元の正面図及び断面図だけでは危険源を視覚化することを阻害する可能性があるが、3次元の図面を描くことで、早期に潜在的リスクを抽出することに有用であるとある。

以上のように、英国安全衛生庁は、BIMの安全衛生への利活用に関して、その利点と具体例を公的な資料として公開している。

C-2-2. 独国の動向

本項では、安全衛生へのBIMの利活用について、独国の状況をまとめる。独国連邦運輸デジタルインフラ省(BMVI; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur)が2015年に発表したステップバイステップ計画「デジタル

計画と建設」では、2020年までに計画されるすべての新しいプロジェクトにBIMレベルIを適用することを目的として、独国連邦運輸デジタルインフラ省(BMVI)の受入れ内でBIMを段階的に導入するための道筋を示している。

「デジタル計画と建設」において、2020年までに連邦政府のインフラプロジェクトの標準として、デジタルプランニングとデジタルコンストラクションが採用される予定とのことである。ここでの中心的な要素は、BIMの使用である。デジタル構造物モデルに基づいて、構造物のライフサイクルに必要な全てのデータ(企画、設計、施工から運用まで)を収集して交換し、参加者間でさらに処理することとある。

このような動きの中、2016年10月、独国連邦運輸デジタルインフラ庁(BMVI)はBIM4INFRA2020ワーキンググループに2年間のBIMステップ計画の実施に関する重要な条件を作成するよう依頼した。以下のような内容である。

- ・BIM導入のための達成可能なレベルのパフォーマンスの開発
- ・パイロットプロジェクトに伴い、パイロットフェーズを拡張する
- ・法的問題の調査と将来の契約設計のための提言の準備
- ・BIMのユースケースに関する適切なガイダンスとサンプルの提供
- ・インフラストラクチャ領域の統一データ構造の要件の特定、統一されたデータベース概念の開発、BIMライブラリ
- ・情報・広報

このうち、BIMのユースケースに関する適切なガイダンスとサンプルの提供では、企画から設計、施工、運用までの段階を通じて、BIMの使用に対する具体的なアプローチをBIM4INFRA2020ハンドブックとして公表している。このハンドブックは、様々なBIMユースケースを説明しており、実際の建設プロジェクトでの使用を想定したものである。以下のBIM4INFRA2020ハンドブックがPart1～10まで用意されている。

- ・Part1:基本とBIMの完全なプロセス
- ・Part2:クライアント情報要件（AIA）のガイドとサンプル
- ・Part3:BIM解決計画(BAP)のガイドとサンプル
- ・Part4:サービス記述のガイド
- ・Part5:モデル特別契約条件BIM(BIM-BVB)
- ・Part6:最も重要なBIMユースケースの標準仕様
- ・Part7:マニュアルBIMスペシャリストモデルと精緻化度
- ・Part8:ニュートラルデータ交換一覧
- ・Part9:業界基盤クラス(IFC)とのデータ交換
- ・Part10: BIM環境におけるテクノロジー
- ・用語集

このうち、「Part6:最も重要なBIMユースケースの標準仕様」9)について内容を概観する。

同標準仕様では、図7に示すように、建設プロジェクトの流れとBIMのユースケース(AWF1～20)の関係を示している。既存状態の確認（建設予定地の地形、地質の確認等）、設計、承認、（施工の）発注、施工計

画と施工、供用という流れであり、各段階においてそれぞれ細分化された項目毎にBIMの適用例を示している。ここで、労働安全衛生は、図7の「設計」段階のうち、「AWF8労働安全衛生:設計とテスト」の箇所に位置付けられていることがわかる。つまり、労働安全衛生への配慮は、設計段階にても検討することとなっている。

また、HOAIによる業務段階との関係性を合わせて示している。

独国では、建築物の使用料に関する条例（建築家・エンジニアの料金規定）（Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure - HOAI)）が制定されており、通称HOAIという。独国では、建築家とエンジニアのほとんどの業務は、HOAIに従って以下の9つの作業フェーズに分割されている。

・LP1: 建築主（ビルダー・オーナー）によるコストフレームワークの検討を伴う基本評価；

発注者からのコスト予算の検討による基本的な評価。このフェーズでは、建設予定地で何を構築できるかを理解するなどの完全に基本的なことだけでなく、発注者の予算を調べてそれを使用して何を構築できるかを理解するなど、もう少し複雑なタスクも含まれる。

・LP2: 予備設計とコスト見積もり；

このフェーズは、多くの場合、事前計画から始まる。発注者が何を希望するのかを知るための最初のアイデア、スケッチ、簡単な間取り図などが表示される。ここでは、予算の検討ではなく、発注者のコスト見積もり

も含まれる。それを1:500または1:200のスケールで計画またはモデルから取得できる詳細レベル及び情報量と比較する。

・LP3：コスト計算を含むデザインプランニング；

ここでは、各フロアプランで必要なものを正確に定義し、予備的なファサード（外壁）デザインを考え、詳細について大まかに話し合い、より正確なコスト計算を行うために十分な情報を提供する。この場合、1:200または1:100のスケールと比較する。

・LP4：承認計画；

このフェーズは、プロジェクトを承認するために十分な情報を提供することで構成される。これには、より明確な計画、フォームへの記入、測量士や構造エンジニアからの情報の入手、そして、各規制当局への連絡が含まれる。

・LP5：実装計画；

詳細なデザイン。前フェーズにおいて（建設）許可が得られたため、実際の工事の準備をする。このフェーズで作成する計画は、主に職人と施工者を対象としているため、全ての詳細が非常に明確に定義され、混乱の余地がないことが重要である。1:100から1:50、1:20、1:10、さらには1:1のスケールになる。

・LP6：数量の決定や価格のついた数量表の作成など、施工契約締結の準備；

数量の決定および価格設定された数量表の作成を含む、契約の授与の準備。このフェーズでは、施工会社のために全てを準備する必要がある。プロジェクト全体を書面で実際の数と測定で説明し、全ての資料を指定し、物事がどのように配置されているかを説明する必要がある。この書面による説

明と、前フェーズで作成された資料により、施工者は職人からオファーを取り、誰が何を最良の価格で提供できるかを把握できるようになる。このフェーズの終わりに、概算ではなく、施工者や職人からの実際のオファーに基づいた、非常に正確なコスト見積もりを取得できるようになる。

・LP7：コスト見積もりを含む施工契約締結への参加；

コスト見積もりを含む施工契約の授与への参加。このフェーズは、主に施工契約の授与で構成される。職人と設計者の間で会話、交渉、説明が行われる可能性があり、このフェーズの終わりまでに、全てが施工を開始する準備ができていないはずである。

・LP8：構造物の監督－施工の監督とドキュメンテーション

施工現場の監督、施工監理と文書化。これは、設計者のサービスの最も重要な部分の1つである施工監理である。このフェーズでは、監督者は、計画で指定されているとおりに全てが実行されていることを確認する必要があるだけでなく、法規制で要求されていることも確認する必要がある。また、その重要性から、HOAIによると設計者の名誉の大部分を占める。

・LP9：保証書の追跡を含む財産管理

保証追跡を含む財産管理。これは、いわゆる文書化フェーズである。これらの文書は、何よりも、作成されたものが計画されたものに対応していることを確認するために、発注者と設計者によって使用される。このフェーズが終了するまで、保証が適用され、施工に起因する欠陥や問題は職人が修正する必要がある。

このように、従来からの規制による HOAI と建設プロジェクトの各段階における BIM 利用との関係から、労働安全衛生は LP3（コスト計算を含むデザインプランニング）、LP5（実装計画）、LP8（構造物の監督－施工の監督とドキュメンテーション）に該当することがわかる。このように、労働安全衛生への配慮は、設計段階においても適切に割り当てられていることがわかる。

次に、前述した「Part6:最も重要な BIM ユースケースの標準仕様」に話を戻すと、設計段階における労働安全衛生についての BIM の使用例を同標準仕様の中で AWF8 として示しており、その定義は、安全衛生に関連する側面（安全装置、制限区域、避難経路、操作手順等）を BIM モデルで表現し、必要に応じて一時的な施工条件や施設の一時的な影響を 4D モデルとして表現するとある。また、施工中に必要な措置の監視と管理、モデルを使った必要な修正の記録とある。利点としては、安全衛生に関連する側面のコミュニケーションの向上、視覚的にサポートされたモデルから安全衛生対策のための要件を導き出すことによる品質向上、施工中のプロセス及び健康に係るリスクの低減、モバイル技術を用いて竣工検査等を構造化して記録し文書化の向上と情報共有の促進、等々を挙げている。

ユースケースとしては、制限区域、手すり、避難経路等を 4D の BIM モデルに追加すること、安全衛生コーディネーターの検査への利用等を挙げている。実践例として、図 8 に示すように、施工現場の手すりの設置等の安全に関連する側面を BIM モデルにより表現している例が挙げられている。

以上、整理すると、独国では、労働安全衛

生について、設計段階にて検討することとなっており、BIM4INFRA2020 ハンドブックの中で、BIM の使用例を設計段階における「労働安全衛生：設計とテスト（AWF8）」として示している。また、従来からの規制による HOAI と建設プロジェクトの各段階における BIM 利用との関係から、労働安全衛生は設計段階のうち、LP3（コスト計算を含むデザインプランニング）、LP5（実装計画）に検討する事項であることがわかった。

C-3. 研究分野の動向

本項では、国内外の研究分野の動向について、BIM の安全衛生への活用に焦点を当て取りまとめる。Fagnoli & Lombardi (2020) 10) は、2010 年から 2019 年までの BIM により建設業における安全を向上させようとする原著論文を調査した。文献検索サイトには、Scopus と Web of Science を選んでいる。文献検索する時のキーワードは、(building information modeling or building information modelling or BIM) and (safety) and (construction*)である。Scopus では 157 件、Web of Science では 186 件がヒットし、そのうち重複を除くと、合計 223 件の原著論文がヒットした。そのうち、アブストラクトと本文を分析し、BIM と関連するツールを使用し建設活動における労働安全を理論的又は実務的に向上させようとする原著論文 86 件に絞っている。したがって、構造安全、設備選定、施設マネジメント、物流を取り扱う研究は除外している。原著論文 86 件の発表年の推移は以下のとおりである。2010 年から 2019 年にかけて、論文数が比例的に増加しており、BIM を活用し安全衛生を向上させようという動き

が活発になっていることがわかる。また、国ごとの内訳を図 10 のように示しており、最も米国が多く、次いで、中国、韓国と続く。ヨーロッパの中では、英国、仏国、独国が多い。シンガポールもそれらに次ぐ論文数を見せている。日本からは 1 件の論文があり、足場の自動設計、計画、描画についてである。

Fagnoli & Lombardi (2020)10) は、これら 86 件の論文を研究目標別に次の 8 つに分類している。

・ T. 1. 知識に基づくシステム (Knowledge-based systems) : BIM は知識管理システムに情報を提供し、特に計画と設計の段階で安全リスクを特定することにより、リスク評価と管理の意思決定をサポートすることを目標とした研究。

・ T. 2. 自動ルールチェック (Automatic rule checking) : 成文化された安全規則は、BIM ベースのプラットフォームに実装されており、設計者は、オブジェクトの構成 (空間、距離、寸法等) とプロセス (建設シーケンスとタスク等) の両方の適合性を検証することができることを目標とした研究。

・ T. 3. スケジュール情報 (Scheduling information) : 安全手順の動的可視化を強化するための BIM ベースのモデルの使用に焦点を当てた研究。

・ T. 4. 重複と干渉の検出 (Overlapping and clash detection)

BIM モデルは、設計者がスペースの競合 (ワークスペース、設備等)、タスクの重複、敷地の混雑を検出することを可能にすることを目標とした研究。

・ T. 5. 事前対応型フィードバック

(Proactive feedback) : BIM と事前対応型フィードバック技術を組み合わせ、リアルタイムの警告とフィードバックが可能となる。つまり、材料、作業員、設備の動的な位置を追跡し、危険や障害物の存在を監視することを目標とした研究。事前対応型フィードバックとは、予め危険源を検知し、それを警告し、危険を回避するような行動を促すことである。

・ T. 6. 教育 (Training) : 教育・訓練目的で使用できる BIM モデルと関連技術の使用を対象とした研究 (例 : 労働者、学生、安全管理者の訓練)。

・ T. 7. 利害関係者の認識 (Stakeholders' perception) : 建設活動における安全性向上のための BIM 活用のメリットと障壁を浮き彫りにした研究。

・ T. 8. 労働者の行動 (Workers' behavior) : 作業員の行動を認識するための BIM ベース/準拠のトラッキングシステムの構築を目標とした研究。

このような 8 つの研究目標による分類を行うと、86 件の原著論文は図 11 のように整理される。この結果、「T. 2. 自動ルールチェック (Automatic rule checking)」が最も多く、次いで「T. 5. 事前対応型フィードバック (Proactive feedback)」, 「T. 1. 知識に基づくシステム (Knowledge-based systems)」と続く。代表的な論文を以下に示す。

「T. 1. 知識に基づくシステム (Knowledge-based systems)」についてである。Jin et al. (2019)11) は、リスク低減措置の優先順位の最上位レベルに焦点を当てた方法論を開発し、これにより、施工現場

にリスクが存在する前にリスクを除去または低減することが可能となったことを述べている。また、潜在的な建設ハザードを設計段階から事前対応的に識別して除去することは、従来の施工中にヒヤリハット等の問題が起きてからの事後対応型の管理よりも安全で費用対効果の高い方法である（事前対応型マネジメントと事後対応型マネジメントの対比）。

さらに、もう一つの注目すべき問題は、「安全のためのデザイン（Design for Safety）」や「デザインによる予防（Prevention through Design）」のアプローチ(Ding et al., 2016; Teo et al., 2016; Melzner et al., 2013)12), 13), 14)である。これは、建設業界において「Zero Accident Vision」を実現するための最も有望なコンセプト(Yuan et al., 2019)15), そしてリスク低減措置の優先順位に応じた最も効果的な介入(Nnaji and Karakhan, 2020)16)と考えられている。

BIMベースのツールは、そのようなリスク低減措置の優先順位の最初の段階ですべての建設関係者を巻き込み、それらの間のコミュニケーションとデータ交換を促進するため、設計者はハザードとリスクを最小限に抑えるための新しいアプローチを実行することができるかと主張している。

Fargnoli & Lombardi (2020)¹⁰⁾が文献を調査した後になるが、Cortés-Pérez et al. (2020)17) は、AutoDesk の Revit プラットフォームを利用し、Dynamo スクリプトからリスクレベルを色分けで表示し、リスク低減措置を Revit 上に実装できるようにした。例えば、図 12 左図に示すように、異なる階で落下するリスクを赤色、オレンジ

色、橙色等で示し、それらのリスク低減措置としてガードレールを設置することで、リスクが低減できたことを示している（図 12 右図）。

D. 考察

国土交通省では、設計業務の発注時に、「土木設計業務等共通仕様書」2)、「BIM/CIM 活用業務実施要領 3)及び「発注者における BIM/CIM 実施要領(案)」を適用又は参照することとしている。そのうち、「土木設計業務等共通仕様書」2)では、「第 1211 条 設計業務の成果」として、主に施工性、経済性、耐久性、維持管理に関すること、美観、環境等の要件を記載することを規定していた。このうち、環境については、「第 1212 条 環境配慮の条件」として、環境省が管轄する法律、ガイドライン等を根拠条文として 1 つの条文が設けられていた。

厚生労働大臣、国土交通大臣、内閣総理大臣署名で制定された「建設工事従事者の安全及び健康の確保の推進に関する法律（平成 28 年 12 月法律第 111 号）」の第 3 条第 2 項の在り方について、今後、海外の好事例も含め検討する必要があると考えられる。

その際、「BIM/CIM 活用業務実施要領」3)に「BIM/CIM を活用した検討等の具体的な内容」として記載のある「リスクに関するシミュレーション(地質、騒音、浸水等)」を拡大し、施工中のリスクに関するシミュレーションを含めることも考えられる。

さらに、施工中のリスクに関するシミュレーションにおいては、「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」5)を参考として、例えば、建設業におい

で最も死亡者数の多い墜落・転落災害に対するリスクを取り上げ、設計段階において考慮できる墜落・転落災害防止対策を取りまとめることも考えられる。

このようにすれば、まずは墜落・転落災害防止対策から、設計段階に考慮されるようになり、その効果が確認されれば、他の災害リスクについても順次拡大するといったことも考えられる。

設計段階において考慮できる墜落・転落災害防止対策としては、例えば、高所作業の排除、プレハブ工法の採用（本質的安全設計）、開口部等への手すりの設置、墜落制止用器具を設置するフック等の設置（工学的対策）等が考えられる。

具体的には、海外の事例を挙げ、BIMのソフトウェア上にリスクを色分けして表示し、ガードレールを設ける等のリスク低減措置をソフトウェア上に実装している事例を紹介した。

このように、BIM/CIMを設計段階からの安全衛生の向上に有効に活用していることがわかった。

E. 結論

本研究では、日本及び海外の行政の動向、研究分野の動向を公的機関の資料、国際的な学術論文等を用いて調査した。その結果、海外（英国、独国）の行政では、設計段階から安全衛生を考慮し、それをBIMに取り入れていた。また、研究分野においても、BIMの安全衛生への利活用について、2010年から2019年までで少なくとも86件の原著論文が発表されており、年々その数を増やしていることが明らかとなった。

特に、英国では、BIMの安全衛生への利

活用について、英国安全衛生庁が公的な資料を公開し普及に努めている。また、独国でも独国連邦運輸デジタルインフラ省がBIM4INFRA2020ハンドブックとして公的な資料を公開し、BIMの安全衛生への利活用を含めた形で、BIMの普及に務めている。

さらに、国際的な研究の動向としては、BIMのソフト上で墜落・転落リスクを色分けして表示し、そのリスク低減措置を自動でセットアップするようなプログラミングも実施されていた。

このような動きを日本にも普及させ、設計段階から安全衛生を配慮するような枠組作りが必要である。

F. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

- 1) 大幢勝利, 吉川直孝, 高橋弘樹, 平岡伸隆 : 欧州における建設業の労働安全衛生管理体制の調査—ドイツの制度, 第53回安全工学研究発表会, p.77-78, 2020.

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし

H. 引用文献

- 1) 国土交通省大臣官房技術調査課 : BIM/CIM活用ガイドライン(案) 第1

- 編 共通編,
<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001395762.pdf> (2021年3月1日閲覧)
- 2) 国土交通省：土木設計業務等共通仕様書(案),
<https://www.mlit.go.jp/common/001335815.pdf> (2021年3月1日閲覧)
- 3) 国土交通省大臣官房技術調査課：BIM/CIM 活用業務実施要領,
<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001396296.pdf> (2021年3月1日閲覧)
- 4) 国土交通省大臣官房技術調査課：BIM/CIM 活用業務における BIM/CIM モデルを活用した検討内容の記載例,
<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001396300.pdf> (2021年3月1日閲覧)
- 5) 国土交通省大臣官房技術調査課, 国立研究開発法人土木研究所, 土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会：土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン—関係者が ONE-TEAM でリスクに対応するために—,
<https://www.pwri.go.jp/jpn/research/saisentan/tishitsu-jiban/pdf/georisk-guideline2020.pdf> (2021年3月1日閲覧)
- 6) JIS Q 31000 : 2019 (ISO 31000 : 2018),
<https://kikakurui.com/q/Q31000-2019-01.html> (2021年3月1日閲覧)
- 7) 厚生労働省：危険性又は有害性等の調査等に関する指針,
<http://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-1/hor1-1-56-1-2.html> (2021年3月1日閲覧)
- 8) Health & Safety Executive : Improving Health and Safety Outcomes in Construction, Making the Case for Building Information Modelling (BIM),
<https://www.hse.gov.uk/construction/lw/it/assets/downloads/improving-health-and-safety-outcomes-in-construction.pdf> (2021年3月1日閲覧)
- 9) BIM4INFRA2020:
<https://bim4infra.de/handreichungen/> (2021年3月1日閲覧)
- 10) Fagnoli, M. and Lombardi, M. : Building Information Modelling (BIM) to Enhance Occupational Safety in Construction Activities: Research Trends Emerging from One Decade of Studies, *buildings* 2020, 10, 98, doi:10.3390/buildings10060098, 23p., 2020.
- 11) Jin, Z., Gambatese, J., Liu, D., Dharmapalan, V.: Using 4D BIM to assess construction risks during the design, phase. *Eng. Constr. Archit. Manag.* 2019, 26, 2637–2654.
- 12) Ding, L.Y., Zhong, B.T., Wu, S., Luo, H.B.: Construction risk knowledge management in BIM using ontology and semantic web technology. *Saf. Sci.* 2016, 87, 202–213.
- 13) Teo, A.L.E., Ofori, G., Tjandra, I.K., Kim, H.: Design for safety: Theoretical framework of the safety aspect of BIM system to determine the safety index. *Constr. Econ. Build.* 2016, 16, 1–18.
- 14) Melzner, J., Zhang, S., Teizer, J., Bargstädt, H.: A case study on automated safety compliance checking

- to assist fall protection design and planning in building information models. *Constr. Manag. Econ.* 2013, 31, 661–674.
- 15) Yuan, J.F., Li, X.W., Xiahou, X.E., Tymvios, N., Zhou, Z.P., Li, Q.M.: Accident prevention through design (PtD): Integration of building information modeling and PtD knowledge base. *Autom. Constr.* 2019, 102, 86–104.
- 16) Nnaji, C.; Karakhan, A.A. Technologies for safety and health management in construction: Current use, implementation benefits and limitations, and adoption barriers. *J. Build. Eng.* 2020, 29, 101212.
- 17) Cortés-Pérez, J.P., Cortés-Pérez, A., Prieto-Muriela, P.: BIM-integrated management of occupational hazards in building construction and maintenance, *Automation in Construction* 113 (2020) 103115.

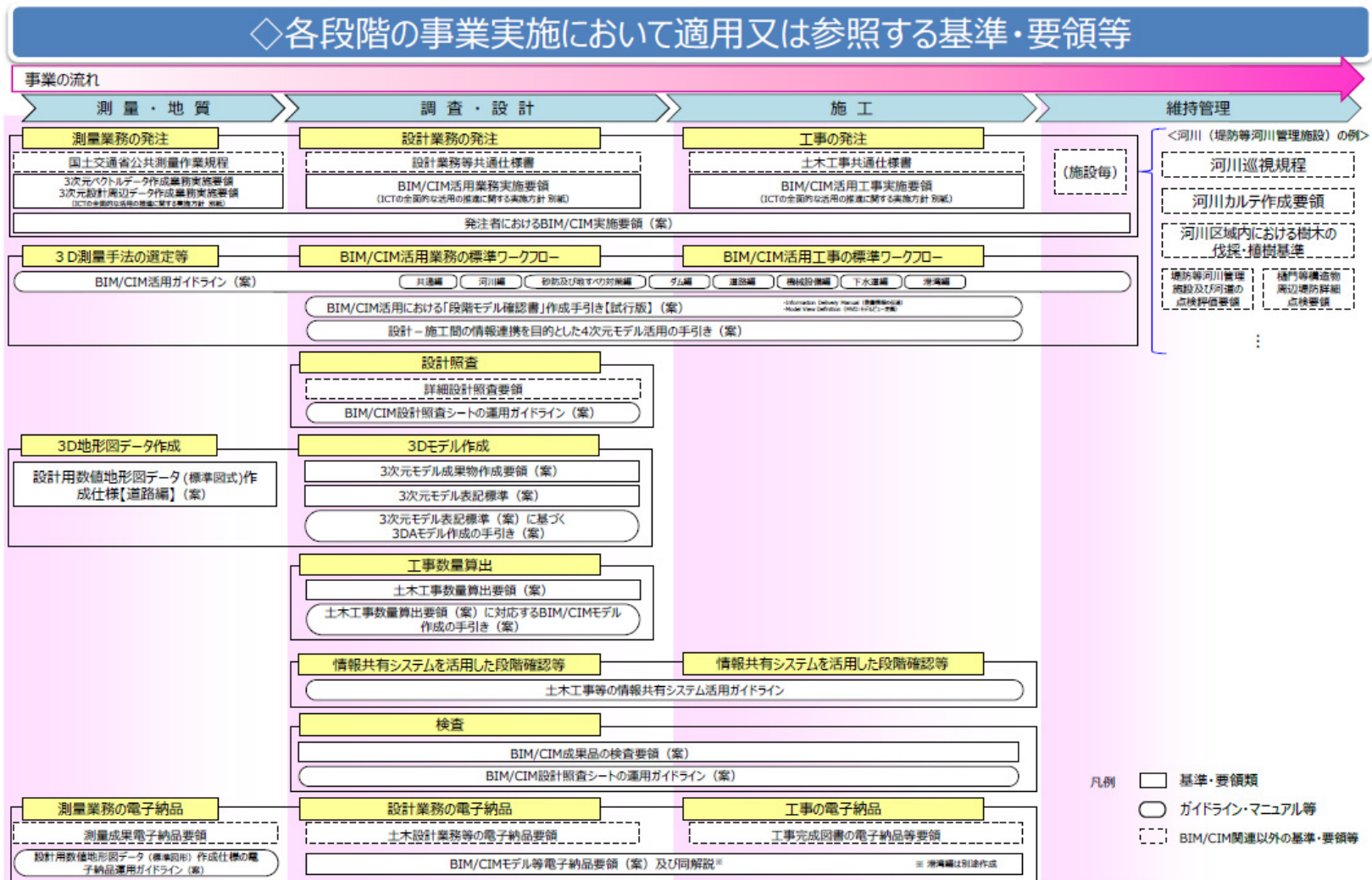


図1 各段階の事業実施において適用又は参照する基準・要領等 1)

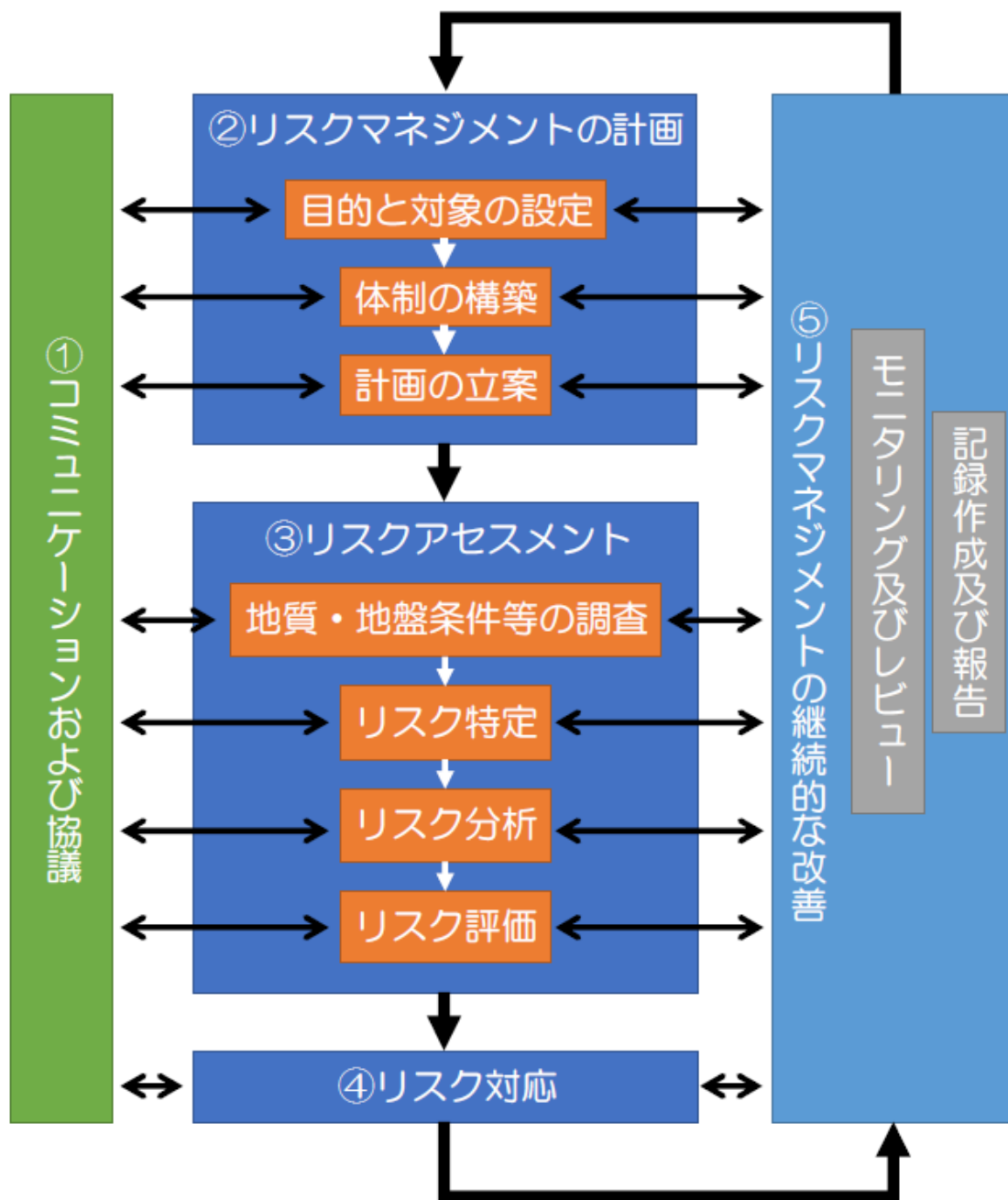


図2 地質・地盤リスクマネジメントのプロセス
(ISO31000 のリスクマネジメントプロセスを一部改変) 5)

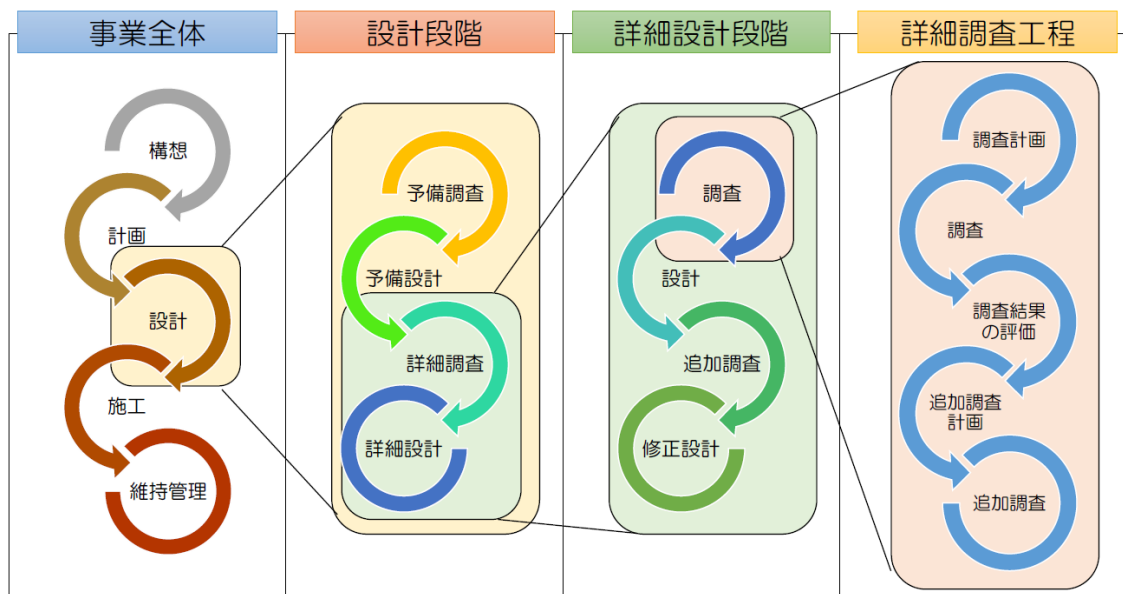


図3 階層構造のイメージ（各段階の中にも各工程で、地質・地盤リスクマネジメントの基本的なプロセスの一部もしくは全体が繰り返し実行される）5)

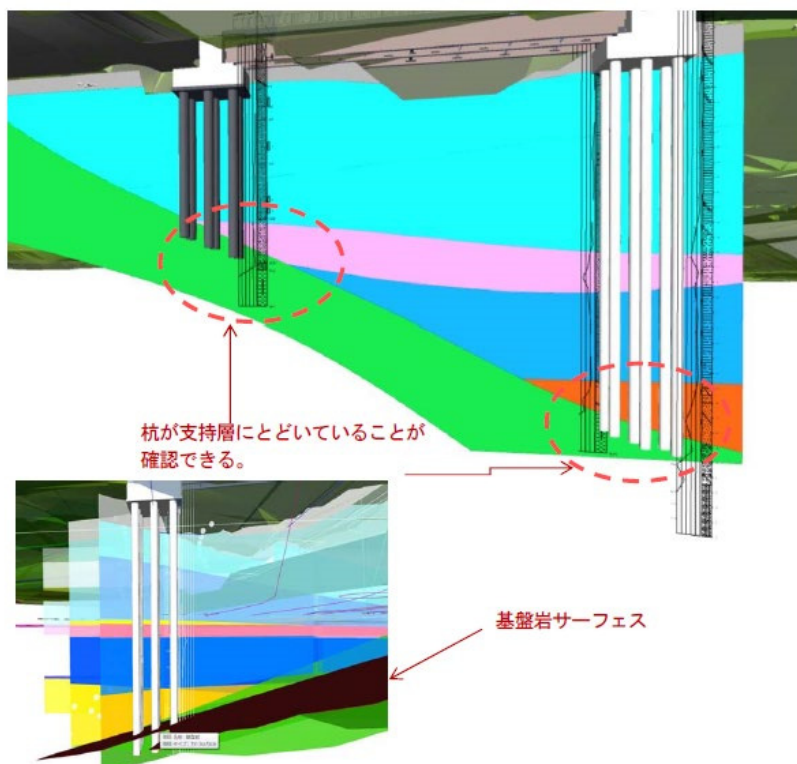




図4 「BIM/CIM活用ガイドライン(案)」1)からBIM/CIMの例

CASE STUDY 1

The Thames Estuary Asset Management 2100 (TEAM2100) project – The Environment Agency

The Thames Estuary 2100 project (TE2100), led by the Environment Agency, is a comprehensive action plan to manage flood risk for the Tidal Thames from Teddington in West London, through to Sheerness and Shoeburyness in Kent and Essex over the next 100 years. Flood risk on the Thames Estuary is increasing. Climate change is causing increases in sea level and river flows, and new development, such as the Olympic Park, Canary Wharf and the Thames Gateway Port, within the floodplain are increasing both the risk and consequences of tidal flooding.





TEAM2100 is the Environment Agency's 10-year programme to refurbish and replace tidal flood defences in London and the Thames estuary, which include the Thames Barrier and 350 kilometres of flood walls and embankments, smaller barriers, pumping stations and flood gates. This system of defences protects 1.25 million people and £200 billion worth of property. TEAM2100 is the first phase in a 100 year strategy for the River Thames looking at the needs of the estuary as global factors such as climate change impact our lives over the coming decades.

For a project of this length and magnitude, it is crucial that information is shared for the duration of the project, and then continues to be available for future maintenance and renewal activity. This project is pioneering the use of a Common Data Environment to capture information about flood defence assets, to store health and safety information using a common COBie format, to ensure that this information is kept available and retrievable over the long term.

During infrastructure inspections, data are captured on iPads, uploaded to the GIS based information system, and made available for editing. The GIS format enables relevant asset information to be captured and linked. Using the COBie to structure hazard and risk information ensures a common standard of readability and ultimate retrieval. Key information can be reused many times if necessary. This means information will be available when it is needed in the future.




図 5 英国環境庁のテムズ河口資産管理 2100 (TEAM2100) プロジェクト 8)

CASE STUDY 2

The use of BIM as a platform for design evaluation and review

Building Information Modelling (BIM) and 3D visual medium can play an important role in reducing health and safety risk during design and through the project lifecycle. When reviewing typical orthographic drawings (2D elevation and sectional views) of a design, the complexity of the drawing can often hinder interpretation and the ability to visualise the design and identify potential risk. A 3D model provides an unambiguous view of the design and allows users to undertake a more subjective and focused assessment of the design in relation to its real world. Such modelling allows designers to have a greater understanding of the hazards within the context of the site, allowing hazards to be identified earlier, and ideally before building work has begun.

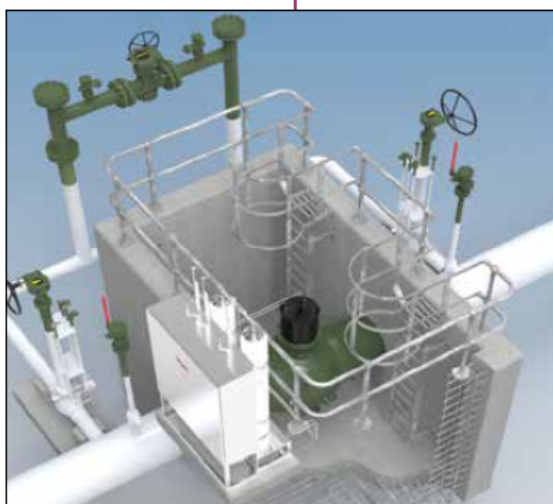


Figure 4 Railing without gated access

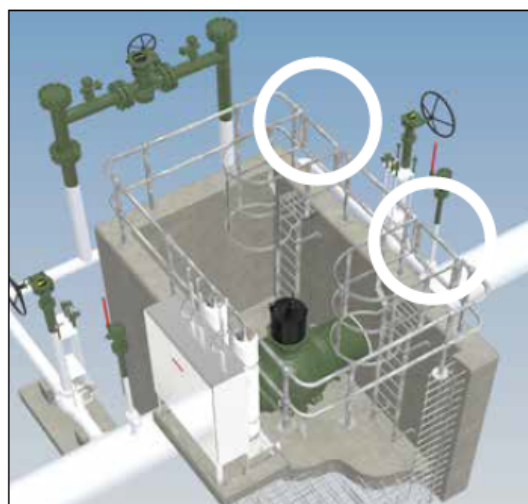


Figure 5 Railing with gated access following a safety review of the BIM model

During a recent valve pit design review at Eakring, National Grid's state-of-the-art training facility the 3D model was shown to a health and safety representative during a HAZID study who immediately pointed out that although hooped safety ladders and barriers were provided (Figure 4), a gated access point was necessary to further reduce safety risk (Figure 5). Using BIM and data rich models as a tool to support design review and process safety reviews, infringements can automatically identified by applying predefined rules based on component categorisation to identify area of potential risk and aid risk management early in the design process.

図 6 設計の評価とレビュー向けのプラットフォームとしての BIM の使用 8)

		HOAIによる業務段階									
No	適用例	1	2	3	4	5	6	7	8	9	運用方法
既存状態の確認											
AWF 1	既存状態の確認										
設計											
AWF 2	設計バリエーションの調査										
AWF 3	可視化										
AWF 4	設計計算及び検証										
AWF 5	専門業者との調整										
AWF 6	設計進捗状況の管理										
AWF 7	設計図・承認図の作成										
AWF 8	労働安全衛生：設計とテスト										
AWF 10	コスト見積もりとコスト計算										
承認											
AWF 9	設計の承認										
発注											
AWF 11	数量表、入札案内、契約の締結										
施工計画と施工											
AWF 12	施工のスケジューリング										
AWF 13	物流計画										
AWF 14	施工計画書の作成										
AWF 15	工事進捗管理										
AWF 16	設計変更管理										
AWF 17	施工の請求										
AWF18	欠陥管理										
AWF 19	書類作成										
供用											
AWF 20	供用や維持管理に活用										

図 7 建設プロジェクトの流れと各項目における BIM の使用（HOAI による業務段階との関係も合わせて）9)

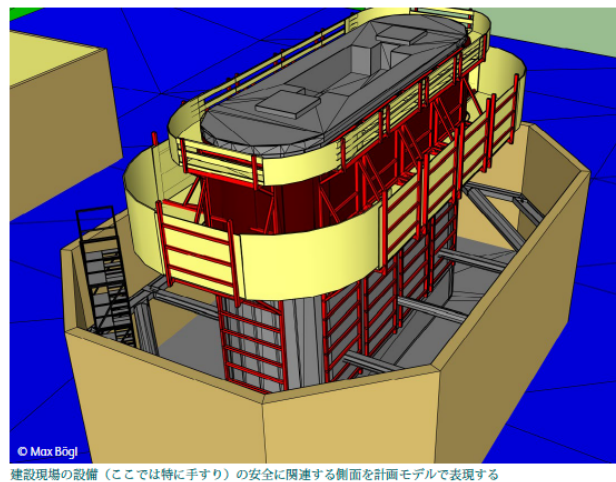


図 8 施工現場の設備の安全に関連する側面をモデル表現 9)

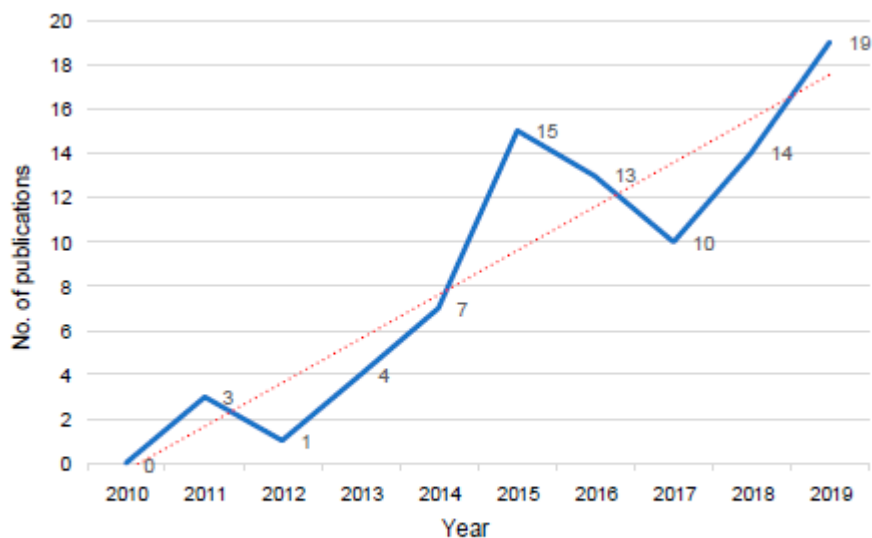


Figure 2. Temporal allocation of the selected publications (the dotted red line represents the linear tendency, while the solid blue line follows the number of publications per year).

図 9 BIM に関連するツールを使用し建設活動における労働安全を理論的または実務的に向上させようとする原著論文 86 件の 2010 年から 2019 年までの論文数の推移 10)

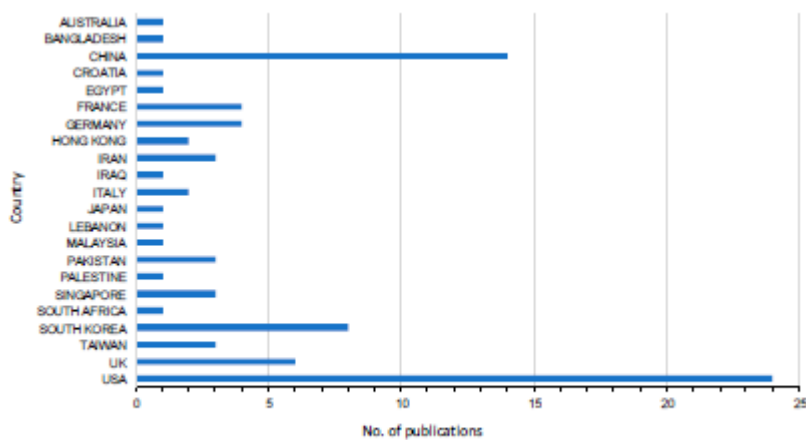


Figure 3. Number of publications per country (the country of the first author is considered).

図 10 BIM に関連するツールを使用し建設活動における労働安全を理論的または実務的に向上させようとする原著論文 86 件の国ごとの内訳 10)

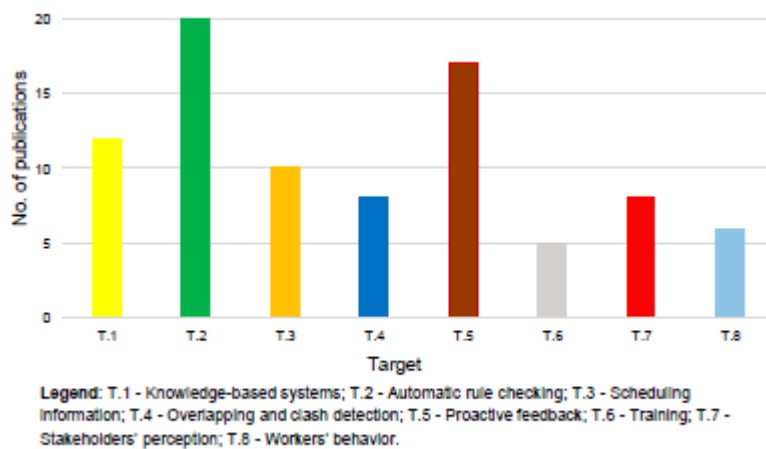


Figure 4. Number of publications per research target.

図 11 86 件の原著論文を研究目標別に 8 つの分類に区分し論文数との関係でまとめた図 10)

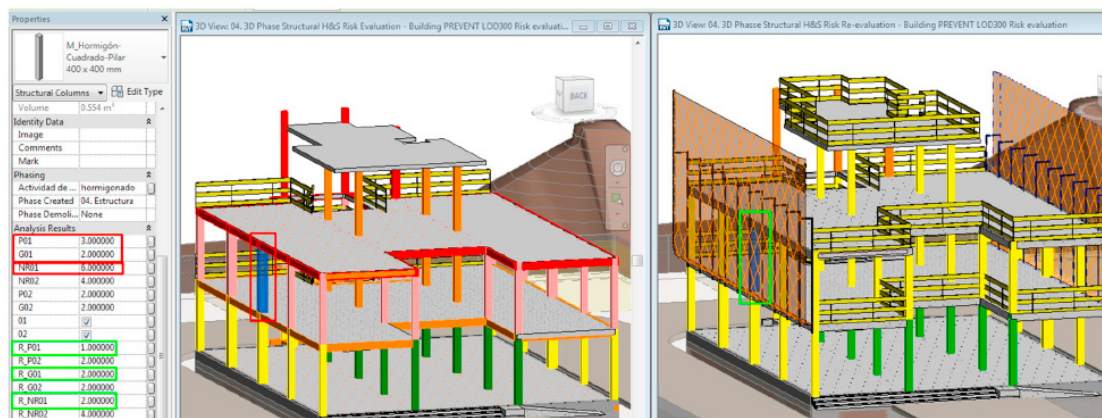


Fig. 9. Three-dimensional views for risk assessment 01 “People falling between different levels” (left) and after re-evaluation (right) with the pillars marked in colour based on the risk.

図 12 リスク評価用の 3 次元ビュー 01「異なる階の間で落下する者」(左) と、リスクに基づいて色分けした柱により再評価した後(右)17)

厚生労働科学研究費補助金
分担研究報告書

建設工事における安全衛生の確保のための

設計段階の措置に係る国内のヒアリング調査

研究代表者 吉川直孝 (独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・上席研究員
研究分担者 大幢勝利 (独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・センター長
研究分担者 平岡伸隆 (独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・主任研究員
研究分担者 高橋弘樹 (独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・上席研究員

研究要旨

本分担研究では、建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置に関して、国内の好事例をヒアリング調査により明らかにすることを目的としている。そのため、設計段階の措置の具体例を抽出できるようなヒアリング調査票を作成した。同調査票を国内の建設工事における発注者、設計者、施工者に配布し、ヒアリング調査を行った。調査の結果、発注者、設計者、施工者共に、設計段階から労働安全衛生対策を考慮することで労働安全衛生の向上が図れることを共通認識として有していた。また、「BIM/CIM」の活用、「設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）」の採用、発注者、設計者及び施工者の合同連絡会議の開催等、設計段階から労働安全衛生対策を考慮できるような方法を採用している建設プロジェクトが存在することが明らかとなった。

A. 研究目的

本分担研究では、建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置に関して、国内の好事例を収集し、取りまとめることを目的としている。

B. 研究方法

設計段階の措置の具体例を抽出できるようなヒアリング調査票を作成し、同調査票を国内の建設工事における発注者、設計者、施工者に配布し、ヒアリング調査を行った。

ヒアリング調査票は、合計 11 個の質問から成り、発注者・設計者・施工者と 3 通りの調査票を作成した。なお、全ての質問は各者で同様の内容として、同じ様な内容について、それぞれ立場の異なる視点から回答が得られるように工夫した。

各者のヒアリング調査票及び回答を表 1～表 3 に示す。

まず、質問 1 は、どういった建設プロジェクトに関わってきたのか聞くような質問となっている。工種毎に設計段階の措置は変化することが予想されたことから、回答者がどういった工種に対して、どういった設計又は施工段階の措置を実施してきたのか、大前提として、どういった工種の視点からの回答であるのか、得られる回答の整理を行う上で重要な質問である。

次に、質問 2 は、設計段階の労働安全衛生対策に対して発注者がどのような姿勢であるのか、もし、発注者が設計段階の労働安全衛生対策を考慮している場合には、その具体を聞くような内容としている。

質問 3 は、近年、生産性向上として注目されている BIM/CIM の使用を聞き、安全衛生に BIM/CIM を活用しているか問う内

容である。

質問 4 では、設計段階において、ハザードやリスクのチェックリスト表のようなものを用意しているか問う質問である。シンガポールにおいては、労働安全衛生庁（WSH Council）が「Workplace Safety and Health Guidelines Design for Safety」¹⁾ というガイドラインを発出しており、ヒアリング調査票の参考表 1 及び 2 に示したチェックリストを規定している。

日本においても、設計段階において、このようなチェックリストがあるのか、あるとすれば、リスク除去又は低減を考慮する上で有効に働くのか、問うことに真意がある。また、チェックリストがない場合にも、このようなチェックリストがあれば、有効に働くのか、問うような内容である。

質問 5 は、前述したチェックリストにどういったハザード又はリスクを最低限記載すべきか問う質問である。

質問 6 は、質問 5 と反対に、チェックリストに必要なハザード又はリスクを挙げる質問である。

質問 7 は、設計段階において、発注者と設計者（設計施工一括発注方式又は ECI（Early Contractor Involvement）方式の場合は施工者も含む。）がどのくらいの頻度で会議を開催しているか問う質問である。前述した「Workplace Safety and Health Guidelines Design for Safety」¹⁾ では、図 1 に示すように、基本設計及び実施設計と、各設計が終了した段階において、デザインレビューを実施し、発注者と設計者が想定されるリスクをリスク登録表に記載していた。そのような事が国内でも実施されているのか、問う質問である。また、設計施工一

括発注方式の場合、設計と施工が同一会社であるメリット・デメリットも問う質問である。

質問 8 は、設計段階でハザード又はリスクを考慮したことによって、採用された工法、新技術、新材料等を問う質問である。

質問 9 は、設計段階でハザード又はリスクを考慮することで、施工時の安全衛生が向上するか否か、問う質問である。合わせて、設計段階でハザード又はリスクを考慮することのマイナスとなる事項も問う質問である。

質問 10 は、主に土木工事について、建築工事と同様の建築確認申請等の公的機関から設計図書類をチェックする社会的な枠組みが必要か問う質問である。

質問 11 は、適切な安全衛生経費及び工期について問う質問である。平成 28 年に制定された「建設工事従事者の安全及び健康の確保の推進に関する法律」の第 3 条第 1 項に「建設工事従事者の安全及び健康の確保は、建設工事の請負契約において適正な請負代金の額、工期等が定められることにより、行われなければならない。」とある。適切な経費と工期についての発注者の役割と責務について問う。また、受注者と協議して、追加の経費又は工期を配慮することもあるのか、問う質問である。

このように、これまでの既往研究 2),3),4) から、以下の内容について、国内への適用性を調査するヒアリング調査票となっている。

- a) BIM/CIM の安全衛生への活用
- b) リスク登録、ハザード又はリスクのチェックリスト等の活用
- c) 安全衛生を含めたデザインレビューへの拡大

- d) 設計段階から施工者が関与する（ECI）方式等の活用

C. 研究結果

前述した表 1～表 3 の各者の回答から、質問の順に回答を整理する。

質問 1 では、鉄道事業、ガス事業、ダム建設、道路新設・改築（コンクリート橋、トンネル）、プラント建設等、様々な建設プロジェクトの経験のある者から回答を得ることができた。

質問 2 では、発注者から墜落・転落災害、飛来・落下災害を防止するため、新たな施工方法を採用した事例の紹介があった。設計者からは、工期短縮を主目的として、プレハブ工法を採用した事例が挙げられ、結果として、副次的に労働災害減少に結びついた事例が多く挙げられた。例えば、プレハブ工法を採用することにより、建設工事現場において仮設構造物（足場を含む。）を構築する必要もなくなり、高所作業の減少、仮設構造物の組立・解体に係るリスクも減少させることができたとの回答があった。施工者からは、労働安全衛生規則に関する事項、安全通路に関する事項等について回答があった。

質問 3 では、発注者から、設計段階において BIM/CIM を使用し、新規構造物と既設構造物の干渉を予め抽出し、施工段階においては危険な作業工程の変更、クレーンの旋回半径との干渉等、予めリスクを抽出し、それを低減させる試みがなされていた。設計者からも設計段階において BIM/CIM を使用した事例が挙げられ、例えば、完成後の構造物を BIM/CIM で表現し、その仮想空間の中で、仮想の人間を歩かせ、動線の確保、

手すりの必要性等を検討した事例が挙げられた。なお、設計段階から BIM/CIM を使用する場合、維持管理時のリスクの除去・低減、工程短縮や品質向上を目的としたことが多く、それらの副次的な効果として、安全衛生の向上も得られたという認識であった。施工者からは設計段階で BIM/CIM を取り入れて地盤情報の精密化・可視化、発注者と施工者双方で地盤リスクの認識共有とその低減方法検討、設計段階で施工時に予想される課題の解決（フロントローディング）、施工者として設計検討へ積極的に関わり（コンカレントエンジニアリング）、高いレベルで共有するプラットフォーム（CIM）等の事例が紹介された。

質問 4 について、発注者は、標準仕様書類、個別工法などについてはマニュアル類も整備しており、それらを参考に、設計段階において考慮すべきリスク等をチェックしているとのことであった。設計者からは、国内では設計段階においてリスクのチェックリスト表はないとのことであった。一方、海外では、設計段階において、リスク登録表を作成し、設計図面にもリスクを記載し、発注者の承認を受けるような社会的な枠組みがあるとのことであった。なお、設計・施工分割発注方式の場合、そういったチェックリストがあったとしても、施工者の支援がない状況では、設計者がチェックできないのではないかと、という心配の声もあった。また、チェックリストがあることによって、発注者や設計者に責務が及ぶことを懸念している声もあった。施工者は、各種法令、ISO9001（品質）、ISO14001（環境）、COHSMS（建設業労働災害マネジメントシステム）等々、遵守すべき事項を確実にチェックで

きるよう、独自のチェックリスト表を作成しており、その内容は多岐にわたっていた。

質問 5 について、発注者は、工種ごとに設計マニュアルを策定しており、調査票にある参考表 1 のようなリスクをチェックしており、例えば、路盤沈下、仮土留め壁の変形・倒壊、桁の落下等のリスクを考慮しているとのことであった。設計者は、構造物の完成後の供用中のリスクのみを考慮し、施工中のリスクまで設計者が考慮することはないという意見があった。これは設計者が施工中のリスクまで考慮できるようなノウハウと経験を有していないためである。施工者は、設計段階に考慮して欲しいリスク（又はハザード）として、用地取得の問題から急勾配で掘削せざるを得ない斜面、作業場所に入りきれない作業員や建設機械が必要になるような設計、参考表 1 の地質情報（1～5）や住民情報（6, 7）、その他（10, 12, 14）等の着工や工程遅延に影響するようなリスクを挙げていた。

質問 6 について、発注者は、構造物 100 年の間に想定されるリスクについては全て考慮するよう求められており、それ以外のリスクについては、設計段階で考慮する必要はないという意見であった。例えば、地震等、100 年以内に起こる可能性のある事象については設計に考慮するとのことである。100 年以上のスパンの事象については、構造物が破壊されるのではなく、損傷をできる限り抑制するような冗長性を持たせた壊れ方をするような設計を考えるとのことであった。設計者は、施工不可能と判断されるリスク以外であれば、設計者は考慮しなくとも良いという意見であった。施工者は、リスクのチェックリストまで細かな事項は必要

なく、行政は大きな枠組、例えば、「設計段階からリスクを除去・低減すること」ということのみ規制すれば良いのではないか、という意見であった。

質問 7 について、発注者は、設計段階において、設計者からの数段階の報告という形で会議を開催し、制約・設計条件の整理、基本方針の決定、設計計算、詳細図等について調整を行うとのことであった。設計者は、発注者と週 1 回程度会議を開催し、設計図書についての条件の提示、条件が反映されているかの確認等であった。施工者は、設計・施工一括発注方式は、受注者の負担が大きく対応できる会社が限られるが、ECI 方式では施工会社の役割は設計コンサルタントへの支援であり、対応できる会社も増え、自ずと拡大していき、実際に ECI 方式は拡がりを見せているとのことであった。ECI 方式では、施工実現性、品質、工期等を議論しているが、そこに安全衛生を含めて議論できるような行政施策を検討して欲しいという要望もあった。設計段階でリスクを抽出・明確化し、リスクを除去・低減できるような施工計画を立案し、設計図面及び積算書（見積書）に明記するような社会的な枠組みが必要である。現状では、リスクを抽出し施工計画を立案という流れの中で、コストミニマム・数量ミニマムという基準で判断することとなるので、そこに厚生労働省の視点として安全衛生（リスクミニマム）という基準を加えて欲しいとのことであった。安全衛生（リスクミニマム）をクリアしないと、次のコストミニマム・数量ミニマムという検討にはいけないような社会的な枠組みが理想であるとのことであった。

質問 8 について、発注者は、施工や維持

管理で生じた課題については、新しい工法、構造等を研究開発で解決し、次のプロジェクトに水平展開するような PDCA サイクルが出来上がっているとのことであった。設計者は、プレハブ工法の例を挙げ、主目的は工程短縮であったが、結果的には、工場で管理されている状況で製造されるので、現場打ち・場所打ちに比べると、労働災害の減少という効果も副次的に得られたとのことであった。工期を設計側にシフトさせて、そこで十分に BIM/CIM を作り込んで、設計の不備・変更がないように施工側の工程を短縮し、結果として全体工期も短縮されるというフロントローディングを実践することが重要であるとのことであった。施工者もプレハブ工法（又はハーフプレキャスト）を例に挙げ、主目的は工程短縮であったが、仮設足場の組立・解体をなくし、足場作業もなくすことができ、結果的には高所作業、作業員、運搬車両の大幅な削減により、安全性が向上したとのことであった。

質問 9 について、発注者、設計者および施工者ともに、設計段階からリスクの除去又は低減を考えることで、施工時の安全衛生は向上するとのポジティブな意見であった。発注者は、工期短縮、施工の効率化、施工時の安全衛生の向上のため、BIM/CIM に全力で取り組んでいるとのことであった。一方、過大にリスクを考えると、工事費、工期の増大に繋がるため、発生しうるリスクの定量化が必要とのことであった。設計者からは、リスクを抽出した時に、そのリスクを価格に置き換える指標を行政として作成して欲しいという要望があった。人の命に値段を付けることは道義的な問題があり、なかなか難しいと思うが、このリスクを下

げれば、いくらコストを下げたことになる、といった指標があると、現在の仕組みのコストミニマムという土俵の中で、最適化を図れるとのことであった。例えば、高所作業 100 時間だと、死亡率がこれくらいになり、そこに人の命の価値を乗じると、損失額としていくらになる、という指標が欲しい。国として、世界として、そういった統計を取って欲しい。そういった指標があれば、高所作業 100 時間と 50 時間を比べた時に、50 時間の損失額の方が少ないため、その分、プレキャストに当てる、そういった最適化が図れる。国内だけでなく、海外と競争した時にも応札で勝てる可能性が出てくるとのことであった。施工者は、経済性、施工性、環境保全、安全衛生をそれぞれ定量的に数値として示し、それらを比較検討し、設計と施工の最適化をすることが必要との意見があった。また、人の命に係るような問題（安全衛生）は最優先で考え、それらの次に、経済性、施工性、環境保全を考えるべきではという意見もあった。

質問 10 において、発注者、設計者、施工者ともに、土木工事においては発注者が各種法令等を遵守するよう申請を行っており、別途、設計を承認するような統一的な枠組みは必要ないとの意見であった。

質問 11 について、発注者は、施工性、経済性、環境保全と安全衛生及び工期のバランスは重要な課題と認識しているとのことであった。設計者は、工期の設定が最も安全衛生に与える影響が大きいという認識であり、適切な経費の設定の責務は発注者にあるという考えであった。施工者は、①経済性、②施工性（効率）、③環境保全、④安全衛生を同じ土俵で評価することを A 案とす

ると、安全衛生を担保することを大前提として、次に数量ミニマム・コストミニマムを考える、つまり、④安全衛生が担保されたことを条件に、次の①経済性、②施工性（効率）、③環境保全を考えるステップに進めるという B 案も考えられるとの意見があった。直接 B 案を施策として打ち出す方法もあるが、B 案を経て A 案という方が社会に受け入れられやすいかもしれない。それはどのような道筋が最も社会に受け入れられやすいか、という観点から考えた方が良いかもしれないという意見であった。

以上、質問 1～11 までを概観すると、設計段階からの安全衛生確保のための措置に対して賛成する意見が多かった。ただし、それをどのように現在の社会的な枠組みの中に当てはめるか、ということについては、現在の状況で、BIM/CIM の活用、ECI 方式の活用等を採用しているプロジェクトもあれば、安全衛生を経済性、施工性、環境保全等と同等に評価できる指標が欲しいといった要望があった。また、ある一定レベルの安全衛生を担保したこと条件に、経済性、施工性、環境保全等の検討に進むというような枠組を要望する声もあった。

D. 考察

このように、発注者、設計者及び施工者とヒアリング調査をしてきた中で、三者とも設計段階からリスクの除去・低減を考慮し、設計段階からリスク低減措置を施すことに賛成であった。また、明確な社会的な枠組がないものの、会社単位、プロジェクト単位で設計段階からリスクの除去・低減を実施するような取組があった。なお、この時のリスクは、構造物が完成後の供用中や維持管理

中に発生しうるリスクを除去・低減させることが主目的であった。労働安全衛生の向上は、副次的に得られた効果であった。

なお、発注者、設計者および施工者ともに、設計段階からリスク低減措置を施すことに賛成で、その効果も認められていることから、本研究では、経済性、施工性、環境保全等とともに安全衛生に配慮した設計を推奨することを提案する。

例えば、機械安全の国際規格である ISO/IEC Guide 51 : 2014 (JIS Z 8051 : 2015)5)では、リスクを「危害の発生確率及びその危害の度合いの組合せ。」とし、許容可能なリスクを「現在の社会の価値観に基づいて、与えられた状況下で、受け入れられるリスクのレベル」と定義している。また、安全とは、「許容不可能なリスクがないこと。」と定義されている。このような定義を概略図として示すと図 2 のとおりである 6)。このように、設計段階で想定される施工時のリスクが、許容不可能なリスクレベルにある時、設計段階においてリスク低減措置を実施し、許容可能なリスクレベルにまで下げられることも考えられる。

このように設計段階から想定されるリスクを除去又は低減するような社会的な枠組が構築されれば、「BIM/CIM」の活用、「設計段階から施工者が関与する方式（ECI 方式）」の採用、三者の合同連絡会議の開催等、設計段階から労働安全衛生対策を図る方法を有効に活用することができる。

E. 結論

本研究では、建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置に関して、国内の好事例を調査するため、調査票を作

成し、ヒアリング調査を実施した。

調査の結果、発注者、設計者、施工者共に、設計段階から労働安全衛生対策を考慮することで労働安全衛生の向上が図れることを共通認識として有していた。また、「BIM/CIM」の活用、「設計段階から施工者が関与する方式（ECI 方式）」の採用、発注者、設計者及び施工者の合同連絡会議の開催等、設計段階から労働安全衛生対策を図る方法を採用しているプロジェクトが存在することが明らかとなった。

また、ヒアリング調査の中で、今後の社会的な枠組の構築についても意見があり、それを基に、本研究では、経済性、施工性、環境保全等と同様に安全衛生を配慮した設計を推進していくことを提案する。

このような設計段階からのリスク低減措置を考慮するような社会的な枠組の構築が望まれる。

F. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

- 1) 吉川直孝, 大幢勝利, 平岡伸隆, 豊澤康男 : 建設プロジェクトの安全情報の整理について, 安全工学シンポジウム 2020 講演予稿集, p.28-29, 2020.

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし

全の確立から安心へ，研成社，2009.

H. 引用文献

- 1) WSH Council: Workplace Safety and Health Guidelines Design for Safety, https://designforconstructionsafety.files.wordpress.com/2018/05/wsh_guidelines_design_for_safety1.pdf, 2016. (2021年3月1日閲覧)
- 2) 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所: 平成30年度厚生労働省委託事業 建設工事の設計段階における労働災害防止対策の普及促進事業報告書, https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_00970.html, 2019. (2021年3月1日閲覧)
- 3) 吉川直孝, 大幢勝利, 平岡伸隆, 高橋弘樹, 日野泰道, 豊澤康男: 諸外国における建築物等の設計段階から考える安全衛生管理手法の調査, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告 JNIOOSH-SRR-No.49(2019), 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所, pp. 11-19, 2019.
- 4) 吉川直孝, 大幢勝利, 豊澤康男, 平岡伸隆, 濱島京子, 清水尚憲: 機械分野の安全学から見た建設業における安全衛生の課題と今後の方針に関する提案, 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vol. 75, No. 1, pp. 1-11, 2019.
- 5) JIS Z 8051: 2004 (ISO/IEC Guide 51: 2014) 安全側面-規格への導入指針, <http://kikakurui.com/z8/Z8051-2015-01.html> (2021年3月1日閲覧)
- 6) 向殿政男, 北野大, 菊池雅史, 小松原明哲, 山本俊哉, 松原健司: 安全学入門 安

表1 発注者に対するヒアリング調査票及び回答

令和2年度厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生総合研究事業)

建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究
ヒアリング調査（発注者様）

建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置について調査しています。つきましては、以下の内容についてヒアリングさせていただきたいと思っております。差し支えない範囲内でお答えいただけますと幸いです。ヒアリングさせていただいた内容及び添付いただいた資料は、御社名等がわからない状態にて報告書にまとめ、公開することがございます。非公開希望の内容がありましたらその旨お知らせください。

ヒアリングで用いる専門用語は以下のような内容でヒアリングをさせていただきますと幸いです。

- 労働災害:ここでは主に施工中の災害とします。例として、「墜落・転落」、「転倒」、「激突」、「飛来・落下」、「崩壊・倒壊」、「激突され」、「はさまれ・巻き込まれ」、「切れ・こすれ」、「踏み抜き」、「おぼれ」、「高温・低温物との接触」、「有害物等との接触」、「感電」、「爆発」、「破裂」、「火災」、「交通事故(道路)」、「交通事故(その他)」、「動作の反動・無理な動作」、「その他」、「分類不能」災害があります。
- 危険性・有害性:危害の潜在的な源。危険源。例えば、「墜落・転落」災害の危険の源となる高所、「飛来・落下」災害の危険の源となる不安定な吊り荷、「崩壊・倒壊」災害の危険の源となる不安定な仮設構造物、斜面、切羽等、「はさまれ・巻き込まれ」災害の危険の源となる作動中の建設機械、「爆発」災害の危険の源となる有害ガス、「火災」の危険の源となる着火源等。
- リスク:特定された危険性又は有害性によって生ずるおそれのある負傷又は疾病の重篤度及び発生する可能性の度合。危険性・有害性に人が接触し、人が被害を受ける可能性のあること。例えば、開口部のある高所に作業員がいる状況、不安定な吊り荷の下に作業員がいる状況、不安定な仮設構造物、斜面、切羽等の直下に作業員がいる状況、作動中の建設機械の旋回半径に作業員がいる状況、有害ガスが発生している領域に作業員がいる状況、可燃物の近くで溶接作業をしている作業員がいる状況等。
- 安全衛生:上記のリスクが許容されるレベルにある状態に保つこと。ここでは、主に施工時の安全衛生をいう。安全衛生の向上とは、上記のリスクレベルを下げ、リスクをより小さい状態に保つこと。
- 施工時の安全衛生への配慮:例えば、「墜落・転落」災害を減少させるため高所作業を極力減らしプレハブ工法を採用する、ジャッキアップにより建築物等を構築する、建築現場の工場化、「飛来・落下」災害を減少させるためクレーンの作動領域内に人が物理的にアクセスできないようにする、「崩壊・倒壊」災害を減少させるため斜面・切羽を安定化させる工法の採用、

人を排除した全機械化・全自動化技術の採用、「はさまれ・巻き込まれ」災害を減少させるため建設機械と人の作業空間又は作業時間の分離、「爆発」災害を減少させるため有害ガス発生箇所の特定、「火災」災害を減少させるため不可燃の新材料を用いる等。

1. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトについて教えてください。

例：建築一式工事、土木一式工事[河川改修(築堤・護岸等)、海岸整備(堤防・護岸)、砂防・地すべり対策(斜面对策等)、ダム建設(コンクリートダム、フィルダム)、道路新設・改築(鋼橋上部、コンクリート橋上部、トンネル(NATM)等)、公園緑地整備・改修(基盤整備等)、下水道施設整備(管路等)]、その他、改修工事、耐震工事、免震工事等

主なものは下記とおりです。

- ・高架橋建設工事
- ・耐震補強工事
- ・電留線増線工事

2. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトのうち、労働災害を減少させるため、発注者として、企画・計画段階又は調査・設計段階において、施工時の安全衛生への配慮をするような事項はありましたか？または、その他、事前に施工時の安全衛生への配慮について設計者等に相談するような事項はありましたか？あった場合にはその具体を教えてください。

(労働災害について書きにくい場合、運用時又は維持管理中の災害でも結構です。)

はい ・ いいえ

「はい」を選択されましたら内容をご記入ください。資料があれば添付してください。

鉄道事業者ですので、列車運行に影響を与えない工事というものを第一義に考えておりますが、労働災害減少についても視野に入れて計画は立案しております。

例えば、高橋脚のRC巻き耐震補強工事において、墜落や資機材の落下危険性が高かったため、従来の昇降足場に変えて工事用エレベータによる施工が効率的に行えるように、複数本の鉄筋かごを組み立てた状態で、運搬・現地で拡張できるような機材を開発・適用したりしました。継手位置等も変わるため設計者へのフィードバックも行って対応しました。以下にその概要を示します。

○高構造物の耐震補強急速施工法：本工法は、山間部の谷あい、人家付近及び道路沿いにあるRC高橋脚を耐震補強する場合に用います(実際に、高架橋の下には交通量の多い道路がありました。)。作業床(昇降式足場)を橋脚躯体に沿って取り囲むように一体化し、マスト(支柱)を抱込みながら橋脚を上下することにより、ジベル筋、軸方向鉄筋、帯鉄筋の組立が連続的に施工可能となります。また、専用の吊治具との併用により、施工性と安全性が向上する施工法です。以下のような特徴があります。

・昇降式足場は任意の位置で作業出来るため不安全作業とならないこと、作業床内からの作業が可能であることなどから、施工性や安全性が向上します。

・高さが30m程度の橋脚を枠組み足場により耐震補強を施工した場合と昇降式足場とで比較

すると 30%の工程短縮が可能となります。
 ・大きなクレーンを必要としないこと、作業ヤードや工専用通路が小規模となることなどから、工程短縮が可能となるため全体工事費の縮減が可能です。

3. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトのうち、設計者等が調査・設計段階において BIM/CIM を使用することを発注者として許可していましたか？許可していた場合、BIM/CIM を使用して施工時の安全衛生への向上に寄与したと思われる実例をご記入ください。例えば、以下のような実例が考えられるかと思えます。

- ・BIM/CIM の図面上に開口部等の危険性・有害性の箇所を明示する
- ・図面上で開口部等に自動的に防護柵等を設置するようにプログラミングする
- ・必要な部材を全て洗い出し、工場製作、現地組立も加味したプレハブ工法を採用する
- ・建設機械等の作動領域を 3 次元的に明示する
- ・3 次元的に斜面の急勾配箇所を明示し対策の必要性を促す
- ・BIM/CIM と建設機械等の自動制御を連動させ、無人化施工を可能にする
- ・地盤調査結果から地層構造を描き、軟弱な地質、地下水、有害ガス等の空間位置把握等

（施工時の安全衛生への向上では書きにくい場合、運用時又は維持管理時の安全衛生への向上に寄与した実例でも結構です。）

はい ・ いいえ

「はい」を選択されましたら内容をご記入ください。資料があれば添付してください。

当社では、2016 年より BIM/CIM の適用に関し各種試行をしております。2021 年から調査計画段階では BIM/CIM を全面適用させたいと考えています。

施工時の安全衛生への向上に寄与した実例ですが、例えば、「こ線人道橋」の桁架設工事で桁架け当夜の作業に BIM の 4D モデルを活用した事例では、施工当夜の限られた作業時間内での溶接作業の施工可能性が事前に把握でき、結果として当夜は仮固定できる方法とし、溶接作業は別日での作業に変えました。このことにより、限られた時間内での、高所での作業を強いることなく、余裕をもって作業が可能になったため、安全衛生の向上に寄与したものと思われるます。

A 駅「こ線橋新設工事」について、測量の段階から、設計、施工の段階まで一連の流れを BIM/CIM を使用してプロジェクトを進める。設計段階の BIM/CIM 作成時にも架線と「こ線橋」の干渉がわかる等、有益な面は多かった。施工時、1 夜にして「こ線橋」をかける工事であった。周囲には干渉物が多く、他社の電柱もあり、クレーンの旋回半径と干渉しないか、BIM/CIM 上でクレーンを実際に旋回させてみて検討した。夜間での作業かつ高所作業にもなり、リスクが高い。BIM/CIM 上で「こ線橋」をクレーンで吊り、クレーンを旋回させてみて電柱との離隔を把握した。従来は平面図と縦断図の 2 次元の図面を組み合わせで検討しており、精通した人にしかわからない。BIM/CIM モデルを使えば、有識者会議などで現地に精通していない方にも現地にいる

ような感覚で高いレベルでリスクを把握することができる。「こ線橋」の溶接箇所もBIM/CIMで施工者に確認してもらおうと、1夜の高所作業ではできないような作業であることがわかった。そこで、当日は仮固定にして、後日、溶接するような作業に変更した(リスクの高い工程をリスクの低い工程に変更)。

その他、このような工事では、1夜だけ応援に来る誘導員等もいるため、その方にもBIM/CIMを使って説明すれば理解が早い。BIM/CIMで作業工程を実際に見せて、「ここで、こういった作業を行うため、このように誘導して欲しい。」と指示が容易に出せ、誘導員等もすぐに理解できる。

こういった線路上の「こ線橋」の掛け替え工事等では、もし「こ線橋」が線路上に落ちたら、安全上もそうだが、次の日の運行にダイレクトに影響してくる。そういった工事では、発注者自ら施工者と同じ目線で施工に介入していく。一方で、線路から離れている工事については、施工者に責任を持って施工いただくような方法をとっている。構造物の重要度に応じて、発注者として施工にどこまで介入するか、その関わり合いの仕方が変わってくる。

プロジェクト次第だが、設計の前段階、企画段階では点群データであれば当社でもBIM/CIMが作成可能であるので、当社で用意する場合もある。当社でBIM/CIMの教育も始めている。

企画段階で当社が作成したBIM/CIMを設計者が引き継ぎアップデートする。そのデータを施工者が引き継ぎさらにアップデートする。施工終了後、再度、発注者がデータを引き継ぎ、維持管理中にもそれらのデータをアップデートしながら使用する。そのようなサイクルを回す。将来的には、全ての駅、線路等がBIM/CIMデータとなり、当社の全ての駅、線路等がBIM/CIM上の仮想世界に再現され、そこからデータを取得すれば、企画段階にそのまま使用できる。そういったスパイラルアップを目指す。

現在のところ、入札条件にBIM/CIMの使用を挙げておらず、特にBIM/CIMがハードルになっているような事はないが、設計者や施工者自らBIM/CIMを技術提案という形で応募してくる場合もある。国が土木工事一般について、令和5年度から実施設計の段階でのBIM/CIMの使用を標準化するというような動きもあるので、それを使うような受発注が当たり前になってくるのではないかと。

4. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトのうち、企画・計画段階又は調査・設計段階において、施工時の安全衛生へ配慮するための危険性・有害性又はリスクのチェックリスト表のようなものはありますでしょうか？（施工時について書きにくい場合、運用時又は維持管理時の安全衛生への配慮でも結構です。）

はい ・ いいえ

「はい」を選択されましたら内容をご記入ください。資料があれば添付してください。

チェックリストと言えるかどうかは疑問ですが、安全衛生上配慮すべき事項については、土木工事標準仕様書、営業線工事保安関係標準仕様書に記載されています。その他、個別工法などについては、マニュアル類も整備しております。

例えば、土木工事標準仕様書の「1-14 安全対策」は、今までの事象、事故等を鑑み作成されている。『(4)工事の施工にあたっては、運転支障および旅客公衆の傷害事故等を「危険予知」し、想定される事故を未然に防ぐ活動を行う場合は次による。ア)工事着手前の活動は、十分な検討を行い、その内容を施工計画書に記載すること。イ)工事施工中の活動は、営業線工事保安関係標準仕様書に定められている保安打合せ票等に基づき実施すること。』とある。保安要員、人員配置、工事用列車停止装置の保守点検等についても規定している。また、『(10)高所作業においては、作業種別毎の墜落事故防止対策について具体的な検討を行い、監督員に報告すること。』とある。報告、書面又は電子データとして報告を受ける。

4. でいいえと回答された方にお伺いいたします。企画・計画段階又は調査・設計段階において、施工時の安全衛生へ配慮するため、危険性・有害性又はリスクのチェックリスト表のようなもの(巻末の参考表1及び2)があれば、それらを配慮しやすくなると思いますか？

はい ・ いいえ

「はい」と「いいえ」どちらにつきましても理由も合わせてご記入ください。

資料があれば添付してください。

5. 発注者から見て、設計者に調査・設計段階で考慮しておいて欲しい危険性・有害性又はリスクはどのようなものがありますか？もし、思い浮かばないようでしたら、巻末の参考表1及び2の中から、調査・設計段階で考慮しておいて欲しい危険性・有害性又はリスクを抽出してみてください。(ここでは、施工時への注意事項、施工者への申し送り事項、運用時又は維持管理時の事項等も含めてお答えください。)

列車運行に関わる事項が最優先ですので、線路下掘削における路盤沈下、線路に近接した箇所での仮土留め工の変形・倒壊、線路上空での桁架設などでの落下などの危険性については、考慮しておくべきリスクになります。

工種に応じてマニュアルを策定しており、その中で、参考表1のようなリスクをチェックするようになっている。設計者はそのマニュアルを見ながら設計することとなる。「設計マニュアル」というタイトルで販売している。対象構造物、工種に応じて設計段階で想定すべきリスクがわかるようになっている。

6. 発注者から見て、設計者が調査・設計段階で考慮しなくとも良いと考える危険性・有害性又はリスクはどのようなものがありますか？もし、思い浮かばないようでしたら、巻末の参考表1及び2

の中から設計者が考慮しなくとも良いと考える危険性・有害性又はリスクを抽出してみてください。（他にも、隕石の落下、新型ウィルスへの感染、戦争・紛争の勃発、テロ被害等も含む。）

構造物の供用期間中に発生する可能性が非常に低いリスクについては、考慮は不要だと考えています。例示されています隕石の落下、戦争・紛争の勃発、テロ被害等はその例だと思います。

「鉄道構造物設計標準」では、構造物 100 年の間に想定されるリスクについては全て考慮するよう求められている。例えば、地震等、100 年以内に起こる可能性のある事象については設計に考慮する。100 年以上のスパンの事象については、構造物が破壊されるのではなく、損傷をできる限り抑制するような冗長性を持たせた壊れ方をするような設計を考える。

このように、鉄道構造物では、適切な維持管理を施し、100 年もつような設計をすることとなっている。

参考表2の「18」の「作業の足場を設置できない場合に球命索や安全ハーネスを配備するためのアンカーポイントを増やすことができるか？」といった施工時の細かな対策までは、設計段階で考慮することが難しいのではないか。

7. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトのうち、調査・設計段階において、発注者と設計者とはどのくらいの頻度で会議の開催や連絡を取っていますか？また、どのような内容について調整を行っていますか？

また、設計施工一括発注方式、ECI(Early Contractor Involvement; 施工予定者技術協議方式)などの契約方式の場合ですが、調査・設計段階から、発注者と設計者及び施工者とで会議の開催や連絡を取っていますか？また、どのような内容について調整を行っていますか？設計者と施工者が同一会社である場合のメリット・デメリットはどのようなことがあるでしょうか？

調査・設計業務の場合には、着手後に数段階の報告というステップで会議を開催し、設計条件を固めていっています。はじめの段階では設計の方針、次の段階では制約・設計条件の整理と基本方針の決定、それから設計計算(一般図レベルまで)、さらに詳細図(配筋図、構造詳細図)などについての調整を行うルールとなっています。

8. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトのうち、発注者が企画・計画段階又は調査・設計段階で危険性・有害性又はリスクを除去するため採用した(採用を認めた)工法、新材料等、労働災害を減少させる上で要(かなめ)となった好事例について教えてください。その場合、どの段階(企画/設計)で採用を認めたのかも合わせて教えてください。(例えば、新技術などによる省力化、機械化、自動化、プレハブ工法、新材料の採用による無害化等)

当社では、施工や維持管理等で生じた課題については、新しい工法や構造を研究開発で解決し、マニュアル化・製品化する流れが来ています。つまり、企画に入る前の段階から、課題を解決するような研究開発を実施し、同様なプロジェクトがあれば、研究開発した工法、製品等を取り入れるような PDCA サイクルを回すようにしている。P(Plan)→D(Do)→C(Check)→A

(Act)という一連の流れの中で、Act の箇所で研究開発も行い、それを次のプロジェクトの Plan に繋げている。

また、製品化に至った構造や製品などは、鉄道各社、施工会社各社が参加する研究会で情報共有し、水平展開をしています。超低空頭場所打ち杭工法やストランド場所打ち杭工法などが良く採用される工法となっています。

特に、ホーム下の狭く高さもあまりないような場所でも杭打ちをしなければならないことがありますが、そういった箇所の施工は困っていましたが、超低空頭場所打ち杭工法やストランド場所打ち杭工法などを研究開発しました。開発後は、同様のプロジェクトがあれば、それらの工法を採用し、それらの工法に基づいた企画、設計、施工とします。

○超低空頭場所打ち杭工法：駅改良工事などの狭隘な施工箇所において場所打ち杭を施工する場合、既往の工法では機械が大きく、杭工事のための仮設工事にかかる工期・コストが大きくなる傾向にありました。また、占有面積が大きいことから、駅を利用されるお客様の流動の確保が困難な場合もありました。そこで、杭打ち機の設計を一から見直し、狭隘かつ超低空頭での施工条件でも、杭径 3.0m までの大口径掘削が可能となる超低空頭場所打ち杭工法（機械名称：コンパクトリバー JET18）を開発いたしました。本工法掘削機は、掘削ロッドの駆動方式にターンテーブル式を採用し、専用の特殊ケリーロッド(L=1.0m)と組み合わせることにより、機械全高が 1.8m、質量約 4t の軽量小型機を実現。その一方で、最大適応杭径は 3m と大口径掘削が可能です。適用場所は、狭隘・超低空頭箇所での場所打ち杭。ホーム下など。工期・コスト面では、深礎工法しか選択肢がなかった狭隘空間で、最大 3m までの杭径の機械掘削による場所打ち杭が施工ができます。また、ホームの仮設化や支障移転などの準備工を経て杭施工を行っていた既往工法より、準備工が軽減できます。運搬・搬入面では、本工法掘削機は軽量小型ゆえに、軌陸キャリアダンプ・フォークリフト・大型クレーン等による運搬搬入作業が既往工法より容易であり、さらに電源供給すれば自走も可能です。品質・安全面では、本工法は、掘削管理システムを標準装備しており、掘削時の施工データを可視化・記録でき、次の施工にフィードバックすることが可能です。また孔内水位管理システムと連動させることで、安全で高品質な場所打ち杭の施工が可能です。放電鉄塔の基礎の下を改良したい時にも本工法が活躍した。

今までは、ホームにお客さんがいても、杭打ち機がホームにまで頭を出す形で、杭打ち機とお客さんとの空間的な分離ができない状況だった。それが、本工法を採用することにより、杭打ち機とお客さんとの空間的な分離ができる状況となり、安全に施工ができるようになった。

○ストランド場所打ち杭工法：ストランド場所打ち杭工法は、主鉄筋に可撓性のあるフレキシブルなストランドを用いることにより、従来分割した鉄筋籠の接合毎に行っていた主鉄筋のジョイント作業を省略して鉄筋籠の建込み作業ができる工法で、道路下や鉄道高架橋下等の低空頭に非常に有効な工法です。タイプ A とタイプ B の二つの工法があります。

9. 企画・計画段階又は調査・設計段階から、危険性・有害性又はリスクの除去を考えることで、施工時の安全衛生は向上すると思いますか？また、手戻りがなくなり、工期の短縮や施工の効率化に繋がると思いますか？一方、危険性・有害性又はリスクの除去を考えることでマイナスな作用を受ける事項（経済性の低下、工期の延長等）はありますか？御意見をお聞かせください。

企画・設計段階又は調査・設計段階から、危険性・有害性又はリスクの除去を考えることで、（また BIM/CIM も使用することで、）施工時の安全衛生は向上すると思います。また、手戻りが少なくなり、工期短縮・施工の効率化にも繋がると思います。そのような理由から、BIM/CIM に全力で取り組んでいる。

ただ、過大にリスクを考えると、工事費、工期の増大に繋がるとかと思っています。発生しうるリスクの定量化などが必要かと感じています。

どのくらいの確率でリスクが顕在化してしまうのか、定量化しておかないと、経営層に説明するときに心配されてしまう。

例えば、前述した「こ線橋新設工事」の場合、鉄骨を線路の上を跨いで橋渡ししないとイケないが、クレーンで吊った鉄骨が落下する確率ってどの程度なのか、一方で落ちた場合には非常に重篤な災害になる、そういったことを定量化することが当社の課題ではある。

10. 土木工事では、公的機関等が設計を承認するような統一的な社会的な枠組みが明確でない状況です。土木工事においても建築工事のように設計の承認を公的機関等に受けるような社会的な枠組みが必要だと思いませんか？例えば、プラスな作用としては、設計の品質の向上、設計者の地位向上、安全衛生の向上等、マイナスな作用としては、事務的な作業の増加、手続きのための設計期間の長期化、公的機関等の設置の困難さ等があるかと思っています。率直な御意見をお聞かせください。

鉄道工事（土木）の場合、国の定める「認定鉄道事業者制度」により、設計や竣工の確認に関する基準については予め国に届け出て承認を受けることとなっています。そのため、設計については設計管理者が確認・管理を行うことになっており、間接的に承認を受けた上で設計を行うような仕組みとなっています。当社では、ルールを国に届け出て、ルールどおりに設計や施工を行うので、国に認めてくださいという旨の承認を受ける。一方で、一定以上の規模の大きな工事については、個別に国の承認を受ける必要がある。

この制度により、事務的な作業の増加、手続きのための期間等を確保する必要はありますが、安全性の確保には必要なことと認識しています。

当社では、「業務実施規程」といった設計マニュアルや土木工事標準仕様書よりも上位の規定を国に提出する。

『○鉄道事業法

（認定鉄道事業者等）

第十四条 国土交通大臣は、鉄道事業者の申請により、鉄道施設又は車両の設計に関する

業務を一体的かつ有機的に実施する事務所ごとに、当該業務の能力が国土交通省令で定める基準に適合することについて、認定を行う。

2 その設置する事務所について前項の認定を受けた鉄道事業者（次項において「認定鉄道事業者」という。）は、第八条第一項、第九条第一項若しくは第三項（これらの規定を第十二条第四項において準用する場合を含む。）、第十二条第一項若しくは第二項又は前条の規定に基づく認可若しくは確認の申請又は届出に際し、国土交通省令で定めるところにより、その設置する事務所であつて前項の認定を受けたものが鉄道施設又は車両を設計し、かつ、鉄道営業法第一条の国土交通省令で定める規程に適合することを確認した場合には、これらの規定にかかわらず、これらの申請又は届出に係る記載事項又は添付書類の一部を省略する手続その他の国土交通省令で定める簡略化された手続によることができる。

3 認定鉄道事業者であつて従たる事務所について認定を受けたものは、従たる事務所における鉄道施設又は車両の設計に関する業務を適確に実施するために必要な措置として国土交通省令で定めるものを講じなければならない。

4 国土交通大臣は、第一項の認定を受けた事務所が同項の国土交通省令で定める基準に適合しなくなつたと認めるときは、その認定を取り消すことができる。

5 鉄道事業者は、第八条第一項、第九条第一項若しくは第三項（これらの規定を第十二条第四項において準用する場合を含む。）又は第十二条第一項若しくは第二項の規定に基づく認可の申請又は届出に際し、当該鉄道施設が独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構が行つた設計（独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構が十分な能力を有するものとして国土交通省令で定める範囲内のものに限る。）に係るものである場合には、これらの規定にかかわらず、これらの申請又は届出に係る記載事項又は添付書類の一部を省略する手続その他の国土交通省令で定める簡略化された手続によることができる。

6 第一項から第四項までに定めるもののほか、認定に関し必要な事項は、国土交通省令で定める。』

11. 受発注の課題として、安全衛生経費及び工期の適切な設定があるかと思ひます。特に、必要な経費を確保できず対策の不足のためリスクが増大してしまうケース、工期が十分確保できず同時作業及び突貫作業が多くなり、リスクが増大してしまうケース等があるかと思ひます。一方で、必要以上の経費がかかってしまつたり、必要以上の工期がかかってしまつたりもあるかと思ひます。施工性、経済性、環境問題等と安全衛生及び工期のバランスについて、率直な御意見をお聞かせください。また、安全衛生経費及び工期の適切な設定に対する発注者の役割と責務についても率直なお考えをお聞かせください。さらに、受注者と協議して、追加の経費又は工期を配慮することもあるのでしょうか？御意見をお聞かせください。

施工性、経済性、環境問題等と安全衛生及び工期のバランスは、重要な課題と認識しています。日々意識して事業の推進に当たっている。当社施工の工事について、運行する列車の安全・安定輸送が最優先課題と考えておりますので、そのうえで、施工性、経済性、環境問題、工期等をできる限り考慮していくものと考えております。

また、安全衛生経費及び工期についても、重要な事項ですので、受注者と協議し、追加の経費又は工期を配慮する場合があります。

記入日	年	月	日
会社住所	〒		
電話番号		FAX 番号	
会社名			
部署		担当者名	
担当者メールアドレス	内容につきましてお尋ねすることがありますので、メールアドレスのご記入をお願いします。		

※ご協力ありがとうございました。

参考表1 基本設計におけるデザインレビューの考慮すべき危険性・有害性又はリスク
 (Workplace Safety and Health Guidelines Design for Safety, WSH Council, 2016.)
 (平成 30 年度厚生労働省委託事業「建設工事の設計段階における労働災害防止対策の普及促進事業」報告書, 労働安全衛生総合研究所, 2019.)

検討事項

地質	<ol style="list-style-type: none"> 1. 計画されたプロジェクト用地の土壌の特性は有資格者 (QP) によって調査が行われたか？ 2. 計画されたプロジェクトの近隣に基盤が浅い可能性のある建造物や構造物があるか？ 3. 地下水面は建設計画を実施すると低くなるか？ 4. 建設計画に起因する地盤沈下が発生する可能性はないか？ 5. 地盤沈下が最小限となるようにするための予防措置はあるか？
----	---

民 住	6. プロジェクトが開始することによる住民への影響はないか？ 7. プロジェクトが開始することによる交通への影響はないか？
ビ サ ス ー	8. 用地にはプロジェクトのために撤去あるいは移転することが必要な地下施設はないか？ 9. あった場合にそれらの施設の撤去あるいは移転することが、雇用者や住民に対するハザードとなるか？
そ の 他	10. 建設期間中に特別な手配が必要な特殊な要素はないか？ 11. 施工法もしくは施工順序を今現在、明確にすることができるか？ 12. それらのハザードは今現在対処することができる、施工法もしくは施工順序に伴うものか？ 13. ファサード、屋上や壁面の緑化等メンテナンス期間中に特別な手配を必要とする特殊な要素はないか？ 14. 特定、排除ができる予見可能なハザードはないか？

参考表2 実施設計におけるデザインレビューの考慮すべき危険性・有害性又はリスク
 (Workplace Safety and Health Guidelines Design for Safety, WSH Council, 2016.)
 (平成 30 年度厚生労働省委託事業「建設工事の設計段階における労働災害防止対策の普及
 促進事業」報告書, 労働安全衛生総合研究所, 2019.)

検討事項

<p>プレハブ工法</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鉄骨構造物等の部材は、プレハブ式に加工し、地上で組み立てを行い設置する場所に持ち上げることは可能か？ 2. 鋼部材の切断は、発生する粉塵が削減されるよう管理された状態のもとで現場から離れて行うことは可能か？ 3. 現場での溶接は火災や燃焼リスクを低減するため最小限にすることは可能か？ 4. プレハブ加工で取り付けしたナットとボルトを接合部品として利用できるか？ 5. 設計された吊り上げポイントをプレハブ加工部材に示し、その重さと重心を図面とプレハブ加工部材に印すことは可能か？ 6. もしプレハブ加工構造物を最終設置までの一定期間、一時的に吊り下げされなければならない場合、このことから生じるハザードを確実に取り除く手段はあるか？ 7. 地面と垂直の鉄骨構造物の部材のジョイントはボルトの取り付けが地上で行えるように設計することが可能か？ 8. 部材の接合箇所は組み立てを間違えるリスクを最小限にするよう設計することが可能か（例えば、接合箇所毎に特有のボルトをレイアウトする）？ 9. 図面に関して明確な指示を提供できるか？ 10. 設計者は施工法としてプレハブ加工を決定する前に吊り上げクレーンを安全に設置することができるような用地の条件を検証することが可能か？
<p>重量物の吊り上げ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 11. 重量物の吊り上げに必要な作業工程と機材について検証する。これらの機材を留めおく場所を最終決定し非常線を張ることは可能か？ 12. 吊り上げ機材は地盤沈下や支えの崩れを最小限にできるよう特別仕様の土台を必要とするか？ 13. 最悪のシナリオを想定する。このシナリオは傷害を最小限にするよう予防、制御がなされているか？
<p>高所からの転落</p>	<ol style="list-style-type: none"> 14. 高所作業の必要性を排除できるか？例えば、安全なアクセス手段を提供できない場合は高所作業の必要性を排除する。 15. 脆い屋根材を取り除くことができるか、もしくは屋根への代替のアクセスルート（例えば作業の足場）を設計することができるか？ 16. 常設のアクセス手段（例えば階段）を早めに設置することで梯子や足場の利用を削減できるか？ 17. エッジ保護やその他要素は安全なアクセスや建設が可能となるよう設計、設置されているか？ 18. 作業の足場を設置できない場合に救命索や安全ハーネスを配備するためのアンカーポイントを増やすことができるか？ 19. 床面開口部がある場合、最小限にできるか？

<p>仮設工事と順序</p>	<p>20. 臨時手段の代わりにそれよりも安全なアクセス手段を利用することは可能か？</p> <p>21. 建設段階で利用できるよう常設の階段や昇降機を先駆けて完成させることは可能か？</p> <p>22. 設計は建設期間中の作業工程に影響を及ぼすものか？</p> <p>23. 建設中に必要な仮設工事を早い段階で計画することは可能か?例えば、設計段階において空間的考慮を計算に入れるようにするために必要な仮設工事のタイプや位置を特定する.</p> <p>24. 施工者に留意を促す必要のある建設にかかる特別な検討事項はないか？</p> <p>25. 施工順序が、追加的支柱を必要とするような何か不安定な仮設の作業足場を生み出すことはないか？</p> <p>26. 恒久構造物や仮設構造物の過負荷や倒壊が予防できるよう設計に適切な安全要素を組み込むことは可能か？</p>
<p>レイアウト</p>	<p>27. 建設段階における敷地内や敷地周辺の車の流れ、歩行者、機材等に起因して発生する事故を防げるようレイアウトを最適化することができるか？</p> <p>28. 恒久構造物となつてからの敷地内や敷地周辺の車の流れ、歩行者、機材を考慮する.</p> <p>29. レイアウトは事故を防ぐために最適化することが可能か？</p> <p>30. 特定の部材、機材、車両および人の流れのダイアグラムを示す必要があるか？</p>
<p>閉鎖空間</p>	<p>31. 設計によって恒久的もしくは一時的段階における閉鎖空間が生み出されていないか？</p> <p>32. 閉鎖空間を設計から取り除くことができるか？</p> <p>33. 必要不可欠な機材や制御装置を閉鎖空間から取り除くことによって閉鎖空間に立ち入る必要性を最小化することは可能か？</p>
<p>メンテナンスのためのアクセス</p>	<p>34. 安全およびメンテナンス作業員やメンテナンス作業を実施するのに必要な道具および機材の効率的な動線を考慮してアクセス手段が提供されているか？</p> <p>35. 定期的なメンテナンスが必要なエリアに対して、常設の安全なアクセス手段を作業員に提供することによって、臨時のアクセス手段（例えば、足場、当座しのぎの梯子、等）を排除することができるか？</p> <p>36. 設計において、高所で実施することが必要なメンテナンス作業のために、常設の安全ロープ、アンカーポイントや昇降ポイントが構造物に採り入れられているか？</p>

	<p>37. メンテナンスの頻度が低く済む耐久性の高い材料（例えば、定期的な塗り直しが必要な軟鋼素材に対して、粉末塗装されたアルミ素材）が使用されているか？</p> <p>38. メンテナンス作業を地上階で安全かつ生産的に実施することは可能か？例えば、空調機を地上階に設置すること、照明器具を届く高さに設置することである。</p> <p>39. 設計は、メンテナンス作業を実施する作業員の安全性と効率を低下させる、低い頭上空間を生み出していないか？</p> <p>40. 設計はメンテナンス作業員がダクトや床下空間に入る必要性を最小限にしているか？</p> <p>41. 設計は、定期点検やメンテナンスにおいて、隔壁、被覆物、枠、等の解体の必要性を最小限にしているか？</p> <p>42. 設計は建造物のメンテナンスもしくは作業中に、車両（例えば、クレーン車、移動式クレーン車）が安全かつ効率的に作業できるような十分なスペースを設けているか？</p> <p>43. 設計は機械・電気（M&E）室内および M&E 機材の周辺に、機材の点検、メンテナンス、修理、交換のための十分な作業空間を設けているか？</p> <p>44. 設計は、いくつかの階層に亘って壁面緑化システムが施されている場合、各階にメンテナンス用アクセスを設けているか？</p>
<p>ト</p> <p>緊急避難ル</p>	<p>45. 仮設工事、本設工事の段階での緊急避難ルートは最短で最も直進的であるか？</p> <p>46. 多数の人たちの避難に備え、緊急避難ルートに沿って、照明、方向標示、警告、非常用電源が、適切に配備されているか？</p>
<p>健康被害</p>	<p>47. 有害性の低い材料を利用できるか（例えば、非溶剤もしくは難溶解性の接着剤や水性塗料）？</p> <p>48. 重大な火災リスクを生む可能性がある材料を取り除くことができるか？</p> <p>49. 有毒な噴煙、気化物質、粉塵、騒音、振動を発生させる工程を回避することはできるか？このような工程には、含有されるアスベストの拡散、煉瓦造りやコンクリートに埋め込まれたチェースの切断、地面への杭打ち工事、コンクリート削り、手作業での地下道の掘削、ガス切断、鉛含有塗料やカドミウムで塗装されたエリアの研磨、が例に挙げられる。</p>

<p>天候</p>	<p>50. 現場に洪水が発生する可能性はないか？もしそうであるならば，仮設工事および本設工事でハザードをどのように最小化できるか？</p> <p>51. 現場に落雷が発生する可能性はないか？もしそうであるならば，仮設工事および本設工事でハザードをどのように最小化できるか？</p> <p>52. 現場にいる作業員の安全衛生に影響を及ぼす可能性のある有害な気象条件はないか？</p> <p>53. 極端な気温や湿度が機器の使用に及ぼす影響はどのようなものか？</p>
<p>その他</p>	<p>54. 他に取り組みが必要な主要なハザードは存在するか？</p> <p>55. 将来的な解体に備え，プレテンション方式もしくはポストテンション方式のケーブル等の頑丈な蓄積エネルギー供給源を図面上明らかにし，強調しておくことはできるか？</p> <p>56. 建造物もしくは構造物を大幅に変えることになった改造について留意を促すことができるか？</p> <p>57. 入居済み建造物内の既存のユーティリティの中断を避けることができるか？</p>

ここまで

表2 設計者に対するヒアリング調査票及び回答

令和2年度厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生総合研究事業)

建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究
ヒアリング調査（設計者様）

建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置について調査しています。つきましては、以下の内容についてヒアリングさせていただきたいと思います。差し支えない範囲内でお答えいただけますと幸いです。ヒアリングさせていただいた内容及び添付いただいた資料は、御社名等がわからない状態にて報告書にまとめ、公開することがございます。非公開希望の内容がありましたらその旨お知らせください。

ヒアリングで用いる専門用語は以下のような内容でヒアリングをさせていただきますと幸いです。

- 労働災害:ここでは主に施工中の災害とします。例として、「墜落・転落」、「転倒」、「激突」、「飛来・落下」、「崩壊・倒壊」、「激突され」、「はさまれ・巻き込まれ」、「切れ・こすれ」、「踏み抜き」、「おぼれ」、「高温・低温物との接触」、「有害物等との接触」、「感電」、「爆発」、「破裂」、「火災」、「交通事故(道路)」、「交通事故(その他)」、「動作の反動・無理な動作」、「その他」、「分類不能」災害があります。
- 危険性・有害性:危害の潜在的な源。危険源。例えば、「墜落・転落」災害の危険の源となる高所、「飛来・落下」災害の危険の源となる不安定な吊り荷、「崩壊・倒壊」災害の危険の源となる不安定な仮設構造物、斜面、切羽等、「はさまれ・巻き込まれ」災害の危険の源となる作動中の建設機械、「爆発」災害の危険の源となる有害ガス、「火災」の危険の源となる着火源等。
- リスク:特定された危険性又は有害性によって生ずるおそれのある負傷又は疾病の重篤度及び発生する可能性の度合。危険性・有害性に人が接触し、人が被害を受ける可能性のあること。例えば、開口部のある高所に作業員がいる状況、不安定な吊り荷の下に作業員がいる状況、不安定な仮設構造物、斜面、切羽等の直下に作業員がいる状況、作動中の建設機械の旋回半径に作業員がいる状況、有害ガスが発生している領域に作業員がいる状況、可燃物の近くで溶接作業をしている作業員がいる状況等。
- 安全衛生:上記のリスクが許容されるレベルにある状態に保つこと。ここでは、主に施工時の安全衛生をいう。安全衛生の向上とは、上記のリスクレベルを下げ、リスクをより小さい状態に保つこと。
- 施工時の安全衛生への配慮:例えば、「墜落・転落」災害を減少させるため高所作業を極力減らしプレハブ工法を採用する、ジャッキアップにより建築物等を構築する、建築現場の工場化、「飛来・落下」災害を減少させるためクレーンの作動領域内に人が物理的にアクセスできないようにする、「崩壊・倒壊」災害を減少させるため斜面・切羽を安定化させる工法の採用、

人を排除した全機械化・全自動化技術の採用、「はさまれ・巻き込まれ」災害を減少させるため建設機械と人の作業空間又は作業時間の分離、「爆発」災害を減少させるため有害ガス発生箇所の特定、「火災」災害を減少させるため不可燃の新材料を用いる等。

1. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトについて教えてください。

例：建築一式工事、土木一式工事〔河川改修（築堤・護岸等）、海岸整備（堤防・護岸）、砂防・地すべり対策（斜面对策等）、ダム建設（コンクリートダム、フィルダム）、道路新設・改築（鋼橋上部、コンクリート橋上部、トンネル（NATM）等）、公園緑地整備・改修（基盤整備等）、下水道施設整備（管路等）〕、その他、改修工事、耐震工事、免震工事等

資料があれば添付してください。

- C) 海外の地下鉄工事、LNG（液化天然ガス）の地下タンク・地上タンクの設計、プラント工事等
- O) 道路新設工事等
- I) LNG の地下タンク・地上タンクの設計、プラント工事等

2. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトのうち、労働災害を減少させるため、設計者として、調査・設計段階において、施工時の安全衛生への配慮をするような事項はありましたか？または、その他、設計者として発注者等から事前に施工時の安全衛生への配慮について相談を受けるような事項はありましたか？あった場合にはその具体を教えてください。

（労働災害について書きにくい場合、運用時又は維持管理中の災害でも結構です。）

はい いいえ

「はい」を選択されましたら内容をご記入ください。資料があれば添付してください。

- I) 工程短縮が主目的であったが、副次的な効果で労働災害減少に寄与した例がある。LNG タンクの地上タンクにおいて、防液堤という鉄筋コンクリートの円筒形の壁を建設する工事。この工事をプレハブ化。プレハブ化することによって、高所作業が減少。クレーン作業も減少。
- C) 供用中の鉄道のすぐ脇、橋脚を建設する工事。足場を組み上げるスペースがない。スペースがあっても近接している。橋脚をプレハブ化した。足場を設置しなくとも良くなったので、供用中の鉄道との離隔が確保でき、より安全な施工ができた。
- O) 鉄道の下に道路を通すプロジェクト。鉄道を支持しながら施工しなければならない。鉄道が沈下しないように箱を入れ込む R&C 工法（ボックスカルバート）。工程短縮が主目的。鋼製プレキャストでボックスカルバートを作製した。鉄道の隣に立坑を掘ってスペースを作り、そこで函体を作製する。鋼製の小さなブロック（セグメント）を持って来て、それを連結して組み立ててすぐに押す。幅が約40m、高さ約20m（7階建てのマンションくらいの大きさ）のセグメント筒体をそのまま土被り4mくらい抜いていく。延長も約40m（線路幅）。1リングでセグメントは42ブロックに分けた。奥行き約 1.5m。工期短縮が効果の第一。すでに出来上がっているセグメントを組み立てる作業のため、ボックスカルバートを現場で作製する時のリスクが避けられる。本体で鉄道を支えるため、仮設構造物で線路を支える必要がなくなる。仮設構造物も必要なくなった（仮設構

造物構築に係るリスクも除去できたことになる。)

3. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトのうち、調査・設計段階において、BIM/CIM を使用していましたか？使用していれば、BIM/CIM を使用して施工時の安全衛生への向上に寄与したと思われる事例をご記入ください。例えば、以下のような事例が考えられるかと思えます。

- ・BIM/CIM の図面上に開口部等の危険性・有害性の箇所を明示する
- ・図面上で開口部等に自動的に防護柵等を設置するようにプログラミングする
- ・必要な部材を全て洗い出し、工場製作、現地組立も加味したプレハブ工法を採用する
- ・建設機械等の作動領域を 3 次元的に明示する
- ・3 次元的に斜面の急勾配箇所を明示し対策の必要性を促す
- ・BIM/CIM と建設機械等の自動制御を連動させ、無人化施工を可能にする
- ・地盤調査結果から地層構造を描き、軟弱な地質、地下水、有害ガス等の空間位置把握等

(施工時の安全衛生への向上では書きにくい場合、運用時又は維持管理時の安全衛生への向上に寄与した事例でも結構です。)

はい ・ いいえ

「はい」を選択されましたら内容をご記入ください。資料があれば添付してください。

0)当社で BIM/CIM をやった訳ではないが、プラントや発電所の設計を担当した時に、施工時ではなく運用(供用)時のために、全ての物を BIM/CIM で描いて、動線の確保、手すりの付け忘れがないか、発注者が構造物内を仮想的に歩くような形にして、見て回って事前に確認する、そういったことを発注者で実施していた。等身大の人を仮想現実(BIM/CIM)の中で歩かせると、配管にぶつかるとか、ここに手すりが欲しいとか、改善点が運用者目線によく分かった。

他にも、既存の橋脚の間に新しい橋脚を挿入する工事で、実際に新しい橋脚を入れ込めるか、BIM/CIM を使用して確認した事例がある。当然、重機の旋回半径もチェックし、実際に BIM/CIM と同じように施工ができたという事例がある。施工計画の段階でこういった検討を行った。

1)BIM/CIM を使用するが、鉄筋の干渉を確認したり、配筋の確認という目的である。安全衛生という目的で使用したことはない。LNG タンクのプレハブ化においても BIM/CIM を使用したが、工程短縮や品質向上が目的であり、安全衛生という目的で使用していない。

BIM/CIM を用いて地層構造を 3 次元化し、支持層の 3 次元的な不陸も考慮して各基礎杭の打設長さを変化させ、基礎杭が適切に支持層に届くように設計したりはする。これも品質向上が主目的である。

C)今後は、BIM/CIM を用いて、維持管理の面から、様々な属性を持たせることができる。このコンクリートはいつこのプラントから取り寄せたかという情報も入れ込める。将来、ある部分に不具合が生じた時に、不具合箇所だけでなく、同じプラントの物も問題ないかチェックできる。

4. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトのうち、調査・設計段階において、施工時の安全衛生へ配慮するための危険性・有害性又はリスクのチェックリスト表のようなものはありますでしょうか？（施工時について書きにくい場合、運用時又は維持管理時の安全衛生への配慮でも結構です。）

はい ・ いいえ

「はい」を選択されましたら内容をご記入ください。資料があれば添付してください。

1) 経験上、そういったリスクのチェックリスト表はない。

C) シンガポールの地下鉄工事において、設計段階でリスクレジスター(リスク登録)という表を作成した。2004～2007年くらいの工事。シンガポール交通局(LTA)の工事では必ずリスクレジスターを実施していた。同工事では、当社が設計者としてリスクレジスターを実施した。設計者サイドがまずはリスクレジスターを作成して、発注者サイドからコメントが返ってくるので、その対応をして、最終的なものを仕上げるという形。それを定期的にチェックするようなシステムとなっている。半年～1年の間隔で定期的にチェックしていく。最終的には全てのリスクを潰していく。それを発注者と設計者で確認する。基本設計、詳細設計が終了した段階で、リスクレジスターを含めたミーティング(デザインレビュー)が開催されていた記憶がある。応札時にリスクレジスターの仕様が定められていた。

O) 英国の例も同様。事前に受注者サイドでリスク登録表を記載し、それを図面にも記載し、それらを発注者に提出する。設計図面にもリスクを記載し、施工者に申し送りをする。図面の枠の中にもそういった専用で設けられた表がある。図面ごとにそれぞれ書き込む。2015年くらいの話。成果物としてBIM/CIMを提出するというシステムではなかったので、通常の2次元の図面に書き込んでいた。

リスクとか安全衛生といった属性・レイヤーがBIM/CIMの標準仕様としてあると良い。同時にコストや品質も属性情報として入力できる。それを時間軸で並べられる。当然、そういったリスクや安全衛生に係る属性情報も入れた方が良い。施工時だけに限らず、運用時も含めて。あとで入れるのはたいへんなので、予めそういった属性・レイヤーがフォーマットとしてあると良い。なお、BIM/CIMの国際標準(IFC)が決まっているので、そこに働きかけるのがベスト。英国だとBS(英国規格)で標準仕様が決められている。シンガポールでもそういったグレードがある。必然的に規格が統一されてくる。規格化の段階で、リスクや安全衛生の属性・レイヤーを設けることを国際標準(IFC)とした方が良いのでは。

4. でいいえと回答された方にお伺いいたします。調査・設計段階において、施工時の安全衛生へ配慮するための危険性・有害性又はリスクのチェックリスト表のようなもの(巻末の参考表1及び2)があれば、それらを配慮しやすくなると思いますか？

はい ・ いいえ

「はい」と「いいえ」どちらにつきましても理由も合わせてご記入ください。

資料があれば添付してください。

l)例えば、設計・施工一括発注方式の場合、設計しながら施工との調整も同時に進めていく。設計のみで進めていくということは基本的でない。ある程度設計したら施工者側の意見を聞く。そういった場合であれば、参考表のようなチェックリストがあると有益だと思う。

ただし、施工者がいないとなると（設計・施工分割発注方式の場合）、参考表のようなチェックリストを使って、どうやって設計者がチェックしていくのか、具体的なイメージが湧かない。設計者のみでチェックするのは難しいのではないか。

なお、チェックリストがあることによって、発注者と設計者に不利益にならないか。何かあった時に、リスクを認識していたと捉えられ責が及ぶことにならないか、そういったことを心配する声もあると思う。

5. 設計者から見て、調査・設計段階で考慮しておいた方が望ましいと考える危険性・有害性又はリスク（発注者から指示した方が望ましいと考える事項も含む。）はどのようなものがありますか？もし、思い浮かばないようでしたら、巻末の参考表 1 及び 2 の中から、調査・設計段階で考慮しておいた方が望ましいと考える危険性・有害性又はリスクを抽出してみてください。

（ここでは、施工時への注意事項、施工者への申し送り事項、運用時又は維持管理時の事項等も含めてお答えください。）

C)特に、参考表 1 の「1」、「2」、「3」、「4」、「5」はチェックして欲しい。海外だと設計段階で「材料が本当に手に入るのか」ということもチェックする。例えば、高強度のコンクリートを設計で使用するとしても、本当に海外でそれを製造できるメーカーがいるのか、というリスクもある。

O)参考表 1 及び 2 とともに、全てのリスクを考慮できればそれに超したことはない。ただし、事前に設計段階で全て考慮できるかと言われると、そういう訳ではない。設計段階では、作る段階つまり施工段階のリスクを含めてではなく、完成した後の供用中のリスクのみを考慮するということが良いのではないか。それに特化しないと何も設計できなくなってしまうのではないか。設計・施工一括発注方式の場合には、作る段階つまり施工段階のリスクも考慮できるが、設計・施工分割発注方式の場合は難しいのではないか。設計・施工一括発注方式の場合と設計・施工分割発注方式の場合とで分けて考えた方が良いと思う。

l)設計者は、施工に及ぶところまでリスクを考えることは難しいと思う。ゼネコンであれば考えられるが、設計コンサルタントや設計事務所では難しいのではないか。特に、設計コンサルタントや設計事務所が参考表 2 を検討していくのは、不可能に近いのではないか。考慮できるとすれば、参考表 2 の場合、「プレハブ工法」、「メンテナンスのためのアクセス」、「健康被害」といったところ。それ以外のところは、設計者でチェックするのは難しい。

FS(事業性)の確認、基本設計、詳細設計と進んで行く中で、それぞれの段階の中で、施工実現性は検討していく。その中で、施工者側の意見が何かしらの形で入ってくる。施工者に確認する際に、施工ができなくならないようにというチェックはやらなければならない。そういった施工者に確認を取るタイミングで、これらの参考表 1 及び 2 は使えるのではないか。

M)設計のアウトプットとして積算があるが、積算にはどこまでリスクを除去・低減したか、対策費用

として見込まれているか、といった施工実現性のような事項は明記され、説明されるべき事項と考える。例えば、地盤内の地下水位といったことはなかなか設計段階で把握することは難しいので、この条件でこういった範囲内にあると考えた、とかそういった説明がなされるべき。

6. 設計者から見て、調査・設計段階で考慮しなくとも良いと考える危険性・有害性又はリスク(発注者から指示しなくとも良い事項も含む。)はどのようなものがありますか？もし、思い浮かばないようでしたら、巻末の参考表 1 及び 2 の中から考慮しなくとも良いと考える危険性・有害性又はリスクを抽出してみてください。(他にも、隕石の落下、新型ウイルスへの感染、戦争・紛争の勃発、テロ被害等も含む。)

0) 隕石の落下、新型ウイルスへの感染、戦争・紛争の勃発、テロ被害等、フォースモジュールに当たる内容については考慮しなくとも良い。

0) 同様です。

1) 施工者が施工不可能と判断するリスク以外であれば、設計者は考慮しなくとも良いのではないかと。つまり、設計者は、設計が成り立たなくなるリスク、施工が実現しないようなリスクのみ考慮して、それらのリスクのみを除去・低減すれば良いと考える。

例えば、参考表 2 の「高所からの転落」のように、高所作業での施工が不可能と思われるような設計でなければ、高所作業を排除したり、安全なアクセス手段のことを考えたり、といったことを設計者はしなくとも良いのではないかと。本体設計と施工時のリスクは切り離して考えるべき事項と思う。

7. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトのうち、調査・設計段階において、発注者と設計者はどのくらいの頻度で会議の開催や連絡を取っていますか？また、どのような内容について調整を行っていますか？

また、設計施工一括発注方式、ECI(Early Contractor Involvement; 施工予定者技術協議方式)などの契約方式の場合ですが、調査・設計段階から、発注者、設計者及び施工者で会議の開催や連絡を取っていますか？また、どのような内容について調整を行っていますか？設計者と施工者が同一会社である場合のメリット・デメリットはどのようなことがあるでしょうか？

0)前述したボックスカルバートの工事。設計・施工一括発注方式。基本的には定例会を開催する。プロジェクト全体の定例会、設計の分科会。多いときには週1回開催する。または隔週。最低でも月1回は会議を開催する。詳細設計に入る上で不足している情報、そういった情報を何時もらえるのか、それによって工程はこうなりますとか、そういった協議をする。

設計・施工一括発注方式の場合の1つの大きなメリットとしては、施工を想定した設計案を提示できること。設計案を認めていただければ、施工できない・施工不可能と判断されることはない。設計と施工が同一会社のため対応が早い。プロジェクトを進めていく中で、発注者から要望が新たに出てくることがあるが、要望を反映したり、それに必要な契約を取り直したり、そういった対応が迅速にできる。発注者の要望に柔軟に対応できる。発注者側のメリットとしても、要求するものがすぐにできるというメリットはあると思う。

デメリットとしては、発注者に抵抗されると為す術がない。発注者側も設計・施工一括発注方式の場合だと、受注者に反対されると為す術がない。

1)設計図書(設計計算書、図面等)を提出するタイミングで、会議を開催することが多い。プロジェクト初期段階だと1週間に1回。プロジェクトごとに少し違いがあり、会議の中でやり取りする場合もあれば、文書のみでやり取りする場合もある。設計図書等を発注者に提出し、それにコメントが付されて返ってくるので、それに対して返答したり、そういった文書のみでのやり取りもある。内容については、設計図書についての条件の提示、条件を盛り込んでいるか確認という形。

設計・施工一括発注方式の場合、施工計画を設計図書に反映できる点がメリットとして大きい。

C)海外のプロジェクトでは、毎週、プロジェクトの最初から最後まで会議を開催する。各設計項目について、設計の進捗確認、アウトスタンディングの状態の確認をする。他の工区・インターフェース・他の業者との調整、そういったところは発注者にも協力を御願います。

設計・施工一括発注方式の場合、施工者がこちらを先に施工したいと言えば融通を利かすこともできる。設計者も施工者の要望に応じて柔軟に対応できる。デメリットと言えるかわからないが、施工性を考えるあまり、本当は凝らないといけない意匠が単純化してしまうということはあるかもしれない。

8. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトのうち、調査・設計段階で危険性・有害性又はリスクを除去するため採用された工法、新材料等、労働災害を減少させる上で要(かなめ)となった好事例について教えてください。その場合、どの段階(基本設計/実施設計)での採用なのか合わせて教えてください。(例えば、新技術などによる省力化、機械化、自動化、プレハブ工法、新材料の採用による無害化等)

0)基本設計からプレハブ工法(プレキャスト)に変更した。前述した鉄道の下に道路を通すプロジェクト。プレキャストの鋼製でボックスカルバートを作製した。主目的は工程短縮。一般的にプレキャストにすると、価格が上がる。工程に余裕があれば、あまりプレキャストにしないが、最近、現場の労働者の数が減って来ているということがあり、工場で製造できるものは製造した方が良

いのではないかという流れに変わってきている。結果的には、工場で管理されている状況で製造されるので、現場打ち・場所打ちに比べると、労働災害の減少という効果も副次的に得られている。なお、別のリスクも発生してくるので、そこは注意しなければならない。現場合わせができない、工場で製造された製品を現場に持って来て、サイズが合わないとなるとどうしようもなくなる。そういった別のリスクは出て来る。工期を設計側にシフトさせて、そこでしっかりと BIM/CIM を作り込んで、手戻り(設計の不備・変更)がないように施工側の工程を短縮し、結果として全体工期も短縮されるというフロントローディングをしっかりとやる。

9. 調査・設計段階から、危険性・有害性又はリスクの除去を考えることで、施工時の安全衛生は向上すると思いますか？また、手戻りがなくなり、工期の短縮や施工の効率化に繋がるとは思いますか？一方、危険性・有害性又はリスクの除去を考えることでマイナスな作用を受ける事項(経済性の低下、工期の延長等)はありますか？御意見をお聞かせください。

O)先ほどの回答とも繋がりますが、フロントローディングをすることによって、全体的なコストは下がる傾向にあると思う。工期の短縮も図れると思う。設計段階で誰がどの程度施工の事を見渡せるかで決まってくると思うので、それを担当するところが別の組織になると、フロントローディングの意味が変わってくるというか、効果が薄れてくる可能性はある。設計段階で施工のアドバイスをするところが別組織の場合、頻繁に打ち合わせということが難しくなるので、調整が必要になり、効果が薄れる可能性はある。

リスクの洗い出しをした時に、そのリスクを金額に置き換えられると良い。そういった指標を行政として作成して欲しいという要望はある。人の命に値段を付けることは道義的な問題があり、なかなか難しいと思うが、このリスクを下げれば、いくらコストを下げたことになる、といった指標があると、現在の仕組みのコストミニマムという土俵の中で、最適化を図れると思う。例えば、高所作業 100 時間だと、死亡率がこれくらいになり、そこに人の命の価値を乗じると、損失額としていくらになる、という指標が欲しい。是非、国として、世界として、そういった統計を取って欲しい。そういった指標があれば、高所作業 100 時間と 50 時間を比べた時に、50 時間の損失額の方が少ないから、その分、プレキャストに当てようとか、そういった最適化が図れる。国内だけでなく、海外と競争した時にも国内企業が応札で勝てる可能性が出てくる。

M)現状としては、リスクを下げることを主目的に設計段階から考えるということは少なく、あくまで副次的な効果になる。リスクを下げるためだけに、お金を掛けるということが、今のところ成り立たない社会的な枠組。リスクを下げることの価値(価格)が目に見える形で出てこない、設計段階から安全衛生を考えるということにシフトしないのではないかと。例えば、高所作業 100 時間と 50 時間を比較した時に、100 時間の方が安価であれば、100 時間の方を選択せざるを得ない。50 時間の方が、高所作業の減少となり安全にできるが、100 時間の方が安価であれば、100 時間が選択される。安全衛生を理由に設計変更等が認められるような仕組みがあると良い。

10. 土木工事では、公的機関等が設計を承認するような統一的な社会的な枠組みが明確でない状況です。土木工事においても建築工事のように設計の承認を公的機関等に受けるような社会的な枠組みが必要だと思いませんか？例えば、プラスな作用としては、設計の品質の向上、設計者の地位向上、安全衛生の向上等、マイナスな作用としては、事務的な作業の増加、手続きのための設計期間の長期化、公的機関等の設置の困難さ等があるかと思えます。率直な御意見をお聞かせください。

C)発注者と設計者が今の設計に対してどこまでチェックを行っているか、ということになるが、例えば、設計や施工で非常に難しいもの、複雑なものに対しては、公的機関等が設計をチェックすることで、設計の不備というのは防げるのかなと思う。全てをチェックするとすると、事務的な手続きが多くなって、かえって生産性が落ちることになるが、ある特定の構造物に関してはチェックすることも一つかなと思う。当社でも設計図面の照査を請け負うことがあるが、その時に設計図面の不整合も良く見つかる場合がある。そういった公的機関等の設計チェックがあれば、施工段階での設計変更とならず、発注者としてもメリットがあるのではないか。

I)土木工事、公的機関、監督官庁が承認していることの方が多いのではという印象がある。例えば、エネルギー施設(LNG タンク)の例を挙げれば、発注者がガス事業法、電気事業法等の法律の所轄官庁に、届出申請を提出する。その申請をもって、各所轄官庁が各法律に適合するような設計となっているかチェックしている。道路事業、鉄道事業の場合も同様な申請が為されているはずである。土木工事のような社会インフラの場合は、民間の発注者であっても、発注者が責任を持って届出をすることになっている。

一方、建築の場合は1級建築士が責任を持って設計を担当する。

土木の場合は、当社が設計するが、あくまで発注者の設計担当(サポート)という位置付けだと思う。発注者が責任を持って、設計者に業務委託して、設計を進めているという理解だと思う。設計者の責任の重みは建築とは少し違うような印象である。

C)チェックのグレードだと思う。設計図面に対してどの程度チェックが為されているか否かが問題である。実際にそういった詳細な設計図面に対してチェックするような機関があれば良い。

O)建築と土木で確認の仕方が違う。建築の場合は、一般の方(例えば戸建の購入者)にそういった専門的な知識がないため、公的機関がチェックしているが、土木の場合は構造物自体が第三者を含めて人命に及ぼす影響が著しく大きいため、発注者が各所轄官庁に届出を提出し承認をもらうようなシステムになっている。そのため発注者が独自の指針を持っている。それに適合しているかというチェックを発注者自身が実施している。そういった背景があるので、建築と土木で一概に統一できないのではないか。仮に、そういった公的機関を設けても、事業毎に参照する指針(法律)が異なるため、チェックすることは難しいのではないか。そういった人材を確保することも困難である。

11. 受発注の課題として、安全衛生経費及び工期の適切な設定があるかと思えます。特に、必要な経費を確保できず対策の不足のためリスクが増大してしまうケース、工期が十分確保できず

同時作業及び突貫作業が多くなり、リスクが増大してしまうケース等があるかと思えます。一方で、必要以上の経費がかかってしまったり、必要以上の工期がかかってしまったりもあるかと思えます。施工性、経済性、環境問題等と安全衛生及び工期のバランスについて、率直な御意見をお聞かせください。また、安全衛生経費及び工期の適切な設定に対する発注者又は設計者の役割と責務についても率直なお考えをお聞かせください。さらに、発注者と施工者が協議して、追加の経費又は工期を配慮することもあるのでしょうか、その場合、設計者としては発注者から意見を求められること等あるのでしょうか、その場合の設計者の立ち位置について教えてください？

0)国土交通省で、必要な工期を確保するような取組が為されている。工期の設定が、最もリスクの大小に影響を与えると思う。適切な工期の確保が、品質や安全衛生に与える影響が最も大きい。工期を適切に確保することで、労働災害防止にも繋がる。

経済性と安全衛生がどう結びつくか分からないが、経済性を追求したものでも安全性の高いものもあれば、低いものもある。一概には言えない。

設計・施工一括発注方式と設計・施工分割発注方式の場合で、追加の経費又は工期の配慮も異なってくる。一括発注の場合、同一会社で設計も施工も実施するため、「それはあなたたち(設計者が)計上した経費と工期でしょう」、と追加の経費や工期の要望には応じてもらえない、それは当然の事である。そうならないように、設計段階で作り込みをする(フロントローディング)。

分割発注の場合、設計と施工が分離しているため、設計の経費と工期の計上に不備があれば、施工者からクレームをあげる。発注者と協議し、認められる場合もある。

発注者が想定する構造物の条件があり、その条件の下、設計図書を作成し、数量を決定し、経費を計上するため、適切な経費の設定の責務は発注者にあると考える。発注者は、こういった仮定で設計図書を作成し、数量を決定し、経費を計上しているということを明示する必要がある。

※参考表 1 及び 2 は省略

表3 施工者に対するヒアリング調査票

<p style="text-align: center;">令和2年度厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生総合研究事業)</p> <p style="text-align: center;">建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究 ヒアリング調査（施工者様）</p> <p>建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置について調査しています。つきましては、以下の内容についてヒアリングさせていただきたいと思っております。差し支えない範囲内でお答えいただけますと幸いです。ヒアリングさせていただいた内容及び添付いただいた資料は、御社名等がわからない状態にて報告書にまとめ、公開することがございます。非公開希望の内容がありましたらその旨お知らせください。</p> <p>ヒアリングで用いる専門用語は以下のような内容でヒアリングをさせていただきますと幸いです。</p> <ul style="list-style-type: none">○ 労働災害:ここでは主に施工中の災害とします。例として、「墜落・転落」、「転倒」、「激突」、「飛来・落下」、「崩壊・倒壊」、「激突され」、「はさまれ・巻き込まれ」、「切れ・こすれ」、「踏み抜き」、「おぼれ」、「高温・低温物との接触」、「有害物等との接触」、「感電」、「爆発」、「破裂」、「火災」、「交通事故(道路)」、「交通事故(その他)」、「動作の反動・無理な動作」、「その他」、「分類不能」災害があります。○ 危険性・有害性:危害の潜在的な源。危険源。例えば、「墜落・転落」災害の危険の源となる高所、「飛来・落下」災害の危険の源となる不安定な吊り荷、「崩壊・倒壊」災害の危険の源となる不安定な仮設構造物、斜面、切羽等、「はさまれ・巻き込まれ」災害の危険の源となる作動中の建設機械、「爆発」災害の危険の源となる有害ガス、「火災」の危険の源となる着火源等。○ リスク:特定された危険性又は有害性によって生ずるおそれのある負傷又は疾病の重篤度及び発生する可能性の度合。危険性・有害性に人が接触し、人が被害を受ける可能性のあること。例えば、開口部のある高所に作業員がいる状況、不安定な吊り荷の下に作業員がいる状況、不安定な仮設構造物、斜面、切羽等の直下に作業員がいる状況、作動中の建設機械の旋回半径に作業員がいる状況、有害ガスが発生している領域に作業員がいる状況、可燃物の近くで溶接作業をしている作業員がいる状況等。○ 安全衛生:上記のリスクが許容されるレベルにある状態に保つこと。ここでは、主に施工時の安全衛生をいう。安全衛生の向上とは、上記のリスクレベルを下げ、リスクをより小さい状態に保つこと。○ 施工時の安全衛生への配慮:例えば、「墜落・転落」災害を減少させるため高所作業を極力減らしプレハブ工法を採用する、ジャッキアップにより建築物等を構築する、建築現場の工場化、「飛来・落下」災害を減少させるためクレーンの作動領域内に人が物理的にアクセスできないようにする、「崩壊・倒壊」災害を減少させるため斜面・切羽を安定化させる工法の採用、

人を排除した全機械化・全自動化技術の採用、「はさまれ・巻き込まれ」災害を減少させるため建設機械と人の作業空間又は作業時間の分離、「爆発」災害を減少させるため有害ガス発生箇所の特定、「火災」災害を減少させるため不可燃の新材料を用いる等。

1. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトについて教えてください。

例：建築一式工事、土木一式工事[河川改修(築堤・護岸等)、海岸整備(堤防・護岸)、砂防・地すべり対策(斜面对策等)、ダム建設(コンクリートダム、フィルダム)、道路新設・改築(鋼橋上部、コンクリート橋上部、トンネル(NATM)等)、公園緑地整備・改修(基盤整備等)、下水道施設整備(管路等)]、その他、改修工事、耐震工事、免震工事等

資料があれば添付してください。

G)ダム建設(コンクリート、フィルダム)等：

○A ダム

ダム工学会 技術賞

工事概要

多目的ダムで、国内最大級規模の重力式コンクリートダムです。打設工法として、RCD 工法とELCM(拡張レヤ工法)が採用され、近年進められてきたダムの合理化施工法により建設。

工事諸元

堤高 140m、堤頂長 424m、堤体積約 160 万 m³

○B ダム

土木学会賞 技術賞(Ⅱグループ)

ダム工学会 技術賞

工事概要

洪水調節、流水の正常な機能の維持、かんがい、水道・工業用水の供給など多目的ダムとして建設。型式は重力式コンクリートダムでケーブルクレーン 2 基と SP-TOM1 基にてコンクリートを運搬し、RCD 工法(上部 ELCM(拡張レヤ工法))にて施工。

工事諸元

堤高 119m、堤頂長 320m、堤体積 103.2 万 m³

○C ダム

工事概要

洪水調節、流水の正常な機能の維持、下流の用水、農業用水供給を目的とする多目的ダムとして建設。型式は中央土質遮水壁型ロックフィルダムで有効貯水量 8,500 万 m³を有す。

工事諸元

堤高 158m、堤頂長 520m、堤体積 1,310 万 m³

○D ダム：

・ダムを運用しながら減勢工の施工を行う、D ダム改築事業にハーフプレキャストを適用。転流工がない為、減勢工施工時には常にダム放流の危険性にさらされている。外型枠としてハーフプレキャストを採用することにより、ダム放流時の仮設足場の撤去・型枠材の撤去を不要とし

た。

・現場打ちコンクリートでは弱材齢時にダム放流にさらされ、被災する可能性があるが、工場で品質管理されるハーフプレキャストを採用することにより、万が一ダム放流にさらされても耐える構造とした。（施工中に複数回のダム放流があったが、プレキャストの採用により被災無し。）

・早期に事業効果を発現する為に、クリティカルパスである減勢工側壁を現場打ちコンクリートからプレキャストブロック構造に変更して、当初計画の2シーズン施工から1シーズン施工に工程短縮。

F)道路新設・改築(コンクリート橋上下部)等；

○コンクリート橋上下部工事(資料添付)

発注方式：設計・施工一括発注方式

工事概要：＜上部工＞PC3径間連続ラーメン箱桁(上下線一体)、＜下部工＞RC 橋脚(上下線一体)95m, RC 逆 T 式橋台(上下線一体)、＜基礎工＞大口径深礎, 深礎杭
はり出し 110m

道路新設・改築(トンネル)等：

○掘割区間、蓋掛区間(開削トンネル)、高架橋区間を有する道路新設・改築工事(資料添付)

○トンネル工事(資料添付)

工事概要：道路トンネル(全長約5km)のうち西側の約3kmを施工するトンネル工事

トンネル工：上り線 2,916m、下り線 2,895m、非常駐車帯 8 箇所(4 箇所×上下線)、避難連絡坑 4 箇所(51～61m)

坑門工2基、長尺先進ボーリング工 2,679m

2. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトのうち、労働災害を減少させるため、発注者又は設計者が調査・設計段階において施工時の安全衛生への配慮をするような事項はありましたか？または、その他、発注者又は設計者から事前に施工時の安全衛生への配慮について相談を受けるような事項はありましたか？あった場合にはその具体を教えてください。

(労働災害について書きにくい場合、運用時又は維持管理中の災害でも結構です。)

はい ・ いいえ

「はい」を選択されましたら内容をご記入ください。資料があれば添付してください。

G) 堤体基礎掘削作業時に重機の転落災害防止のため作業場所の勾配に配慮するよう指示を受けました。(A ダム)ブルドーザの押土作業は何度の角度まで安全なのかを問われました(20°)。

施工段階において、発注者から相談を受けた案件としては、堤体コンクリート打設時、飛来落下災害防止のためコンクリートバケット直下での作業禁止の指示を受けました。(A ダム)固定式ケーブルクレーン 3 台で運搬するため、常時上空にコンクリートバケットが通過する状況なので打設面の型枠や清掃作業がどうしても吊荷直下となることから、何かしらの対策が取れないか相談を受けました。対策としては、その日の通過箇所をカラーコーン等で明示し、監視員を付けてサイレンが鳴るごとに作業員が退避する方法を実施しました。

3. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトのうち、設計者等が調査・設計段階において、BIM/CIM を使用していましたか？使用していれば、BIM/CIM を使用して施工時の安全衛生の向上に寄与したと思われる実例をご記入ください。調査・設計段階において実例がないようでしたら、施工段階でも結構です。例えば、以下のような実例が考えられるかと思います。

- ・BIM/CIM の図面上に開口部等の危険性・有害性の箇所を明示する
- ・図面上で開口部等に自動的に防護柵等を設置するようにプログラミングする
- ・必要な部材を全て洗い出し、工場製作、現地組立も加味したプレハブ工法を採用する
- ・建設機械等の作動領域を 3 次元的に明示する
- ・3 次元的に斜面の急勾配箇所を明示し対策の必要性を促す
- ・BIM/CIM と建設機械等の自動制御を連動させ、無人化施工を可能にする
- ・地盤調査結果から地層構造を描き、軟弱な地質、地下水、有害ガス等の空間位置把握等

(施工時の安全衛生の向上では書きにくい場合、運用時又は維持管理時の安全衛生の向上に寄与した実例でも結構です。)

はい ・ いいえ

「はい」を選択されましたら内容をご記入ください。資料があれば添付してください。

Y) 施工段階では BIM/CIM による施工ステップの3D 可視化により、建設重機の作業領域の確認等を実施します。また、ボーリングデータを3D 可視化する場合があります。山岳トンネルの場合は坑口部分の地質を可視化し AGF などの補助工法の過不足を確認しています。

当社の場合、重機の自律運転により CSG ダム堤体盛り立ての自律施工を実施しています。

(資料添付)

○CIM の活用によるフロントローディングと品質・出来形の確保(添付資料から)：

設計段階で CIM を取り入れて地盤情報の精密化・可視化、発注者と施工者双方で地盤リスクの認識共有とその低減方法検討、設計段階で施工時に予想される課題の解決(フロントローディング)、施工者として設計検討へ積極的に関わり(コンカレントエンジニアリング)、高いレベル

で共有するプラットフォーム(CIM)の事例。この現場は当社としては施工のみ。震災復旧のため、設計と施工が同時並行で進んでいる特別なケース。地盤リスクというのは、設計変更の対象となっており、適切な経費を見積もってもらえる。

本当に検討して欲しいことは、施工上の労働安全衛生に係るリスクに必要な対策費用を見積もってもらうような仕組み。労働安全衛生法上に必要な措置が経費として見積もられている場合とそうでない場合がある。例えば、前述したコンクリートのバケットが通過するときの安全通路の設置に必要なバリケードの経費、監視員の人件費等。設計変更の対象とはならない。安全衛生管理費として一括に見られていて、表(おもて)に出てこない埋もれてしまう経費がある。

○プレキャスト工法を適用した地上式PCLNGタンクの設計(添付資料から):世界発の試み。民間工事。早くLNGタンクが出来上がれば、早くガスの供給が成り立つ。ガスの供給が金額になるので、何日工期を短縮してくれたら、何日これだけの金額になる、ということがわかる。工期を短縮することの付加価値が発注者には十分にある。これを公共工事に適用すると、適用してもらえないことがある。工期を短縮することのメリット(付加価値)が公共工事では明確でないことがある。おそらくZ省の会計基準に工期を短縮することのメリットがないのではないか。公共工事では、プレキャスト工法は今の仕組みだと発注されにくい。日本の場合は、数量ミニマム・コストミニマムが最優先で考えられるため、プレハブ工法は場所打ち工法に勝てず、場所打ち工法が選択されてしまう。

最初に、数量ミニマム・コストミニマムで入る設計というのが間違いで、設計段階で、早く作る必要はないか、安全性に配慮する必要はないか、もっと上位のところで、工期、安全衛生は検討すべきではないか。そうすることで、工期、安全衛生を検討した結果、プレキャスト工法の採用が決まり、プレキャスト工法の範囲内で数量ミニマム・コストミニマムを真剣に考えれば良い。

○CIMを活用した鉄道地下鉄駅構築工における生産性向上事例(添付資料から):
実際の作業を疑似体験できる。意識の共有が容易。現場の作業員から発注者に至るまで。
AutoDesk社のNavisWorksを使用。

4. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトのうち、調査・設計段階において、施工時の安全衛生へ配慮するための危険性・有害性又はリスクのチェックリスト表のようなものを設計者が使用している事例を見たことはありますか？また、施工段階については施工者としてチェックリスト表のようなものを使用していますでしょうか？

(施工時の安全衛生への配慮について書きにくい場合、運用時又は維持管理時の安全衛生への配慮でも結構です。)

はい ・ いいえ

「はい」を選択されましたら内容をご記入ください。資料があれば添付してください。

F) 施工段階での安全衛生への配慮のため、施工計画書作成時と実際の施工にチェックリストを活用(添付資料)
 ISO9001(品質)、ISO14001(環境)、COHSMS(建災防)、土木工事マニュアル(当社)、参考帳票(当社)に基づいたチェックリストがすでに用意されており、施工計画時及び施工時にそれをチェックしながら施工を進める。2020年度から同チェックリストにICTツール等の活用、CIMの活用等が追加された。
 別に、環境チェックリストもある。

4. でいいえと回答された方にお伺いいたします。調査・設計段階において、施工時の安全衛生へ配慮するための危険性・有害性又はリスクのチェックリスト表のようなもの(巻末の参考表1及び2)があれば、発注者又は設計者は施工時の安全衛生へ配慮しやすくなると思いますか？

はい ・ いいえ

「はい」と「いいえ」どちらにつきましても理由も合わせてご記入ください。
 資料があれば添付してください。

5. 施工者から見て、発注者又は設計者に調査・設計段階で考慮しておいて欲しい危険性・有害性又はリスクはどのようなものがありますか？また、施工者から見て、発注者又は設計者に調査・設計段階で盛り込んで欲しい安全衛生対策はどのようなものがありますか？もし、思い浮かばないようでしたら、巻末の参考表1及び2の中から、調査・設計段階で考慮しておいて欲しい危険性・有害性又はリスクを抽出してみてください。

(ここでは、施工時への注意事項、施工者への申し送り事項、運用時又は維持管理時の事項等も含めてお答えください。)

G)安衛法上では岩盤は直角に掘削可能ではあるが、実際には断層や摂理等によって不安定な状態になることも有ります。設計者もこの点のある程度配慮しているようですが、実際には用地取得範囲などの制限から必ずしも安定した勾配で設計されていない事例が散見されます。その場合、別途、法面補強を施す必要が生じ、設計変更になってしまいますので、手戻りのないよう、設計段階から予め用地取得範囲などの制限を加味した設計を取り入れる必要があると思います。

計画上の工程において、歩掛上作業場所に入りきれない作業員や建設機械が必要になるような設計があります。BIM/CIM を活用して、空間的な施工実現性も考慮した設計を行ってほしいと思います。

F) 調査設計段階で盛り込んで欲しいリスクや安全衛生対策は、施工者が決定してから対応することでは着工に影響し、着工後も一時中止や工程遅延の原因となる情報などです。

具体には、参考表1の地質情報(1~5)や住民情報(6, 7)、その他(10, 12, 14)など

Y) トンネル鏡吹付け、金網の廃止、先受け工法の選定手法の明確化

6. 施工者から見て、発注者又は設計者が調査・設計段階で考慮しなくとも良いと考える危険性・有害性又はリスクはどのようなものがありますか？もし、思い浮かばないようにしたら、巻末の参考表 1 及び 2 の中から考慮しなくとも良いと考える危険性・有害性又はリスクを抽出してみてください。（他にも、隕石の落下、新型ウイルスへの感染、戦争・紛争の勃発、テロ被害等も含む。）

F) 良く分かりませんが、隕石落下や新型ウイルスなど通常の経済活動や一般生活にも当てはまるリスクまでは考慮する必要はなく、当該工事を施工する上で可能性のある固有リスクを抽出すればいいと思います。

G) リスクのチェックリストがあると、それをチェックすることに終始し、本当に対応しなければいけないリスクを見落としてしまう可能性がある。プロジェクト毎に見落としてはいけないリスクが種々変化するため、「設計段階からリスクを除去・低減すること」と大枠だけ決めれば良いのではないか。国は Regulation の中に細かな内容を突っ込みたがる。出先の機関の人員の少なさが影響し、中央で細かに規定しないと対応できないような状況。諸外国は大枠にしか規制していない。中央の標準仕様書が分厚くて、地方の特記仕様書は薄い。本来であれば、国は大枠を決めるだけで良いのではないか。

7. 設計施工一括発注方式、ECI(Early Contractor Involvement; 施工予定者技術協議方式)などの契約方式の場合ですが、調査・設計段階から、発注者、設計者及び施工者で会議の開催や連絡を取っていますか？また、どのような内容について調整を行っていますか？設計者と施工者が同一会社である場合のメリット・デメリットはどのようなことがあるでしょうか？

F) 設計施工一括発注方式で受注した工事は基本設計に比べ、コストおよび工期ミニマムが評価されて入手しているため、より高度な技術力や施工管理能力が必要で一旦トラブルになれば、品質やコスト、工程面で深刻な事態に発展する可能性がある。

受発注者間の責任分担が明確でなく、発注者は言わば「丸投げ」に近いので、特に工程や仮設工事の設計変更に対して理解が得られない可能性が高い。

設計、施工が同一会社の場合、調達や施工性に起因する変更があった場合、その変更手続きや調整手間が格段に少なくなることはメリットであるが、両者の利害が一致するため設計の透明性確保の点で第三者の監視が入りにくいことはデメリットになる。

Y) ECI 方式の場合は、発注者、設計者、施工者と定期的に会議を開催している。設計段階では、施工実現性、品質、工期等、様々な内容を議論し、発注者と設計者を含めて合意形成を図る。施工段階において設計変更や手戻りがないよう議論するため、その点に関してメリットが大きい。施工段階での設計変更や手戻りがあった場合は、それは施工者が負担すべきリスクであると認識しており、そうならないように設計段階でしっかりと検討する。

設計・施工一括発注方式は、受注者の負担が大きく対応できる会社が限られるが、ECI 方式では施工会社の役割は設計コンサルタントへの支援であり、対応できる会社も増え、自ずと拡大していきだろうし、実際に ECI 方式は拡がりを見せている。

ECI 方式では、施工実現性、品質、工期等を議論しているが、そこに安全衛生を含めて議論

できるような行政施策を検討いただきたい。設計段階でリスクを抽出・明確化し、リスクを除去・低減できるような施工計画を立案し、設計図面及び積算書（見積書）に明記するような社会的な枠組みが必要である。Z 省及び KK 省は、リスクを抽出し施工計画を立案という流れの中で、コストミニマム・数量ミニマムという基準で判断することとなるので、そこに KR 省の視点として安全衛生（リスクミニマム）という基準を加えて欲しい。安全衛生（リスクミニマム）をクリアしないと、次のコストミニマム・数量ミニマムという検討にはいけないような枠組みが理想である。全てのリスクを発注者や設計者に負担して欲しいと言っている訳ではなく、発注者がクリアすべきリスク、設計者がクリアすべきリスク、施工者がクリアすべきリスクを明確にして、設計段階で除去・低減できるものは除去・低減して欲しい。

8. 国内外を問わず、今まで御経験されてきた建設プロジェクトのうち、調査・設計段階又は施工段階で危険性・有害性又はリスクを除去するため採用された工法、新材料等、労働災害を減少させる上で要（かなめ）となった好事例について教えてください。その場合、どの段階（設計/施工）での採用なのかも合わせて教えてください。（例えば、新技術などによる省力化、機械化、自動化、プレハブ工法、新材料の採用による無害化等）

G) D ダムの減勢工導流壁構築工事において、壁部分をプレキャスト化することで河川内作業時間の短縮や型枠等の流出防止を図ることができた。

・当初の計画では、高さ約 30m のコンクリートブロックを施工するため、足場を組んで、型枠を設置し、施工する予定であった。しかしながら、その間にもダムの放流が実施されるため、放流する際には足場や型枠を撤去し、放流が終わればそれを再設置しなければならない。それは非効率であるし、安全性を考えると許容されない。そのため、足場を使わなくとも良い、足場作業を必要としないハーフプレキャストを採用した。

・ダムを運用しながら減勢工の施工を行う、D ダム改築事業にハーフプレキャストを適用。転流工がない為、減勢工施工時には常にダム放流の危険性にさらされている。外型枠としてハーフプレキャストを採用することにより、ダム放流時の仮設足場の撤去・型枠材の撤去を不要とした。

・現場打ちコンクリートでは弱材齢時にダム放流にさらされ、被災する可能性があるが、工場品質管理されるハーフプレキャストを採用することにより、万が一ダム放流にさらされても耐える構造とした。（施工中に複数回のダム放流があったが、プレキャストの採用により被災無し。）

・早期に事業効果を発現する為に、クリティカルパスである減勢工側壁を現場打ちコンクリートからプレキャストブロック構造に変更して、当初計画の2シーズン施工から1シーズン施工に短縮。

・元々の設計にはこのようなになっていなかった。設計でここまで詰めてくれていれば、もっとスマートにプロジェクトが進んだはず。実際は、施工計画時に設計変更となったため、時間がかかった案件になった。設計時から考慮していれば、より良い品質のものができるかもしれない。

F) 「6連大型ボックスカルバートのハーフプレキャスト化」事例：

受注後、用地買収遅れによる着工遅延回復のため、本来の採用目的は大幅な工期短縮であったが、結果的には高所作業、従事作業員、運搬車両の大幅削減により安全性が向上した事例。プレキャスト化したため、足場支保工も必要なくなった。

9. 施工者から見て、発注者又は設計者が調査・設計段階から危険性・有害性又はリスクの除去を考えることで、施工時の安全衛生は向上すると思いますか？また、手戻りがなくなり、工期の短縮や施工の効率化に繋がると思いますか？一方、危険性・有害性又はリスクの除去を考えることでマイナスな作用を受ける事項（経済性の低下、工期の延長等）はありますか？御意見をお聞かせください。

G) 設計段階から災害リスクを考慮することは、安全衛生の向上だけではなくトラブルを回避できることから適正な工期（予定とおりに完成する工程）の設定も可能になると思います。危険性・有害性のリスク評価を工程や工費とどのように比較できるかが問題かと思えます。

経済性、施工性（効率）、環境、安全衛生をそれぞれ定量的に数値として示し、それらを比較検討し、設計と施工の最適化をすることが必要かと思えます。

Y) 人の命に係るような問題（安全衛生）は最優先で考え、それらの次に、経済性、施工性（効率）、環境を考えるべきではという考えもある。

F) 現場打ちボックスカルバートをプレキャストコンクリートに変更する場合を例にとると、足場支保工作業自体が省略でき、現場の足場上で行われる鉄筋、型枠、コンクリート打設作業は作業環境に恵まれた PC 工場で手慣れた熟練工による平地作業に置き換えられることにより、大幅な安全性の向上と現場従事作業員の大幅削減に繋がる。掘削支保工や基礎工事と並行してプレキャスト部材の製作を進めることで全体工期の短縮と現場作業工数が削減されるためトラブルによる手戻りも抑制され、施工効率化に大きく貢献する。

一方で、このような大型プレキャスト部材は統一規格がないために工事ごとに詳細設計を実施して特殊型枠を製作する必要がある。PC 工場から現場までは大型車両で長距離運搬、大型クレーンで荷下ろし・仮置・設置があり、現状では現場打ちコンクリートと比較すると構造物単体では1.0倍～1.5倍のコストアップになると算定されるが、工期短縮効果や高品質化によるLCC（ライフサイクルコスト）縮減などトータルに評価すべきである。

もし、場所打ちコンクリートで施工すると、約45,000m³のコンクリートを搬入しなければならず、約1万台の生コン車の出入りが必要である。複雑な作業が混在している現場であったため、出入りする生コン車がなくなることは施工環境の改善にも貢献した。生コン車と作業員の接触災害、交通事故、環境（CO₂ 排出）、交通渋滞の減少・緩和等々、コストにまさるメリットがあると考えている。

10. 土木工事では、公的機関等が設計を承認するような統一的な社会的な枠組みが明確でない状況です。土木工事においても建築工事のように設計の承認を公的機関等に受けるような社

会的な枠組みが必要だと思いませんか？例えば、プラスな作用としては、設計の品質の向上、設計者の地位向上、安全衛生の向上等、マイナスな作用としては、事務的な作業の増加、手続きのための設計期間の長期化、公的機関等の設置の困難さ等があるかと思いませんか。率直な御意見をお聞かせください。

G)大半の土木構造物が公的機関の設計したものと認識しています。それぞれの発注者に設計標準があり、欧米と比較しても遜色のない設計標準と思います。これまでの歴史観からも追加で建築確認のような公的機関の承認は不要ではないでしょうか。

ただし、今後の検討課題として構造物のLCC(ライフサイクルコスト)を評価するなどインフラ効果の評価方法を検討するために様々な発注者(国・自治体・鉄道・道路・電気・ガス等)が個別に設計・管理するのではなく、情報を共有して社会全体に最適な設計が行われるようになるべきと考えています。

現状は初期のコストのみ考慮した設計が多くなされており、今後は維持管理を含めLCCを考慮して最適な設計になるような設計標準にしていく必要があるのではないかと。また、初期のコスト及びLCCにも人の命の価値を含める必要があるのではないかと(人の命も国の財産である。)

F) 土木工事では発注者が公的機関の場合が多く、コンサルタントが設計した設計図を発注者のインハウスエンジニアが照査・承認する体制をとっており、現状では第三者公的機関に承認を受ける必要はなく、その責任を果たすことができる団体が存在しないのではないかと。

なお、地方公共団体等のインハウスエンジニア(地方公共団体に所属するエンジニア)がないような団体の場合には、発注者と施工者という2者の関係になってしまうため、責任の分担及び公平性という観点からバランスが悪くなるため、こういった課題は今後出てくるかもしれない。発注者をサポートするような体制が必要になってくるかもしれない。

Y) 公的機関の承認制度は設計責任が曖昧になるだけでなく、設計者の実力低下につながると思われる。設計者が設計した内容については、設計者が最後まで責任を持つという現システムにしておかないといけない。大事な点は「数量ミニマム」がすべてにおいて優先されている点が問題であり、多少コストが上がっても安全を優先させて設計(積算)できる制度や枠組みを設けることが重要であり、そういった安全を如何に優先させたかという観点でも競争ができるような制度や枠組み作りが大事ということだと思ふ。

11. 受発注の課題として、安全衛生経費及び工期の適切な設定があるかと思ふ。特に、必要な経費を確保できず対策の不足のためリスクが増大してしまうケース、工期が十分確保できず同時作業及び突貫作業が多くなり、リスクが増大してしまうケース等があるかと思ふ。一方で、必要以上の経費がかかってしまったり、必要以上の工期がかかってしまったりもあるかと思ふ。施工性、経済性、環境問題等と安全衛生及び工期のバランスについて、率直な御意見をお聞かせください。また、安全衛生経費及び工期の適切な設定に対する発注者の役割と責務についても率直なお考えをお聞かせください。さらに、発注者と施工者が協議して、発注者が追加の経費又は工期を配慮することもあるのでしょうか？

G) リスクマネジメントとして災害等の安全衛生に関わる経費や災害による損失をコストとして評価することで、供用開始による経済効果や工事費、ライフサイクルコスト等とのバランスシートが作成できるものと考えています。ただし、現状はオーソライズされた安全衛生に関わる経費等が無いものと思われます。何かしら、評価軸が作れるよう研究が進むことを期待しています。これは前述した①経済性、②施工性(効率)、③環境、④安全衛生を同じ土俵で評価することと同義です。これを A 案としますと、

Y) B 案としては、安全衛生を担保することを大前提として、次に数量ミニマム・コストミニマムを考える、つまり、④安全衛生が担保されたことを条件に、次の①経済性、②施工性(効率)、③環境を考えるステップに進めるというモデル(Y モデル)です。これが理想ではないでしょうか。もしかすると、A 案を経て B 案という方が、社会に受け入れられやすいかもしれません。直接、B 案に行く方法もありますが、それはどのような道筋が最も社会に受け入れられやすいか、という観点から考えた方が良いかもしれません。

F) 発注者と請負者は公共工事標準請負契約約款等で契約を締結しており、当約款に規定されている各条項に基づき工事を執行する。設問にある、必要な経費を確保できない、工期が十分確保できずリスクが増大する場合は勿論あるが、その原因が施工者側に責が無いものについては、公共工事標準請負契約約款のうち、条件変更、工事中止、工期の延長の項目にて発注者、受注者双方の権限が規定され協議の上解決を図ることになる。最近では、設計変更ガイドラインや工事一時中止ガイドラインなどの実務マニュアルが整備され、施工者が契約上弱者となる片務契約は解消されている。突貫工事で安全衛生経費などの追加経費を発注者が負担する場合は、安全衛生確保のための監視員〇名や具体的な追加安全対策を設計図書化して積み上げてもらうなどが実際に行われている。

※参考表 1 及び 2 は省略

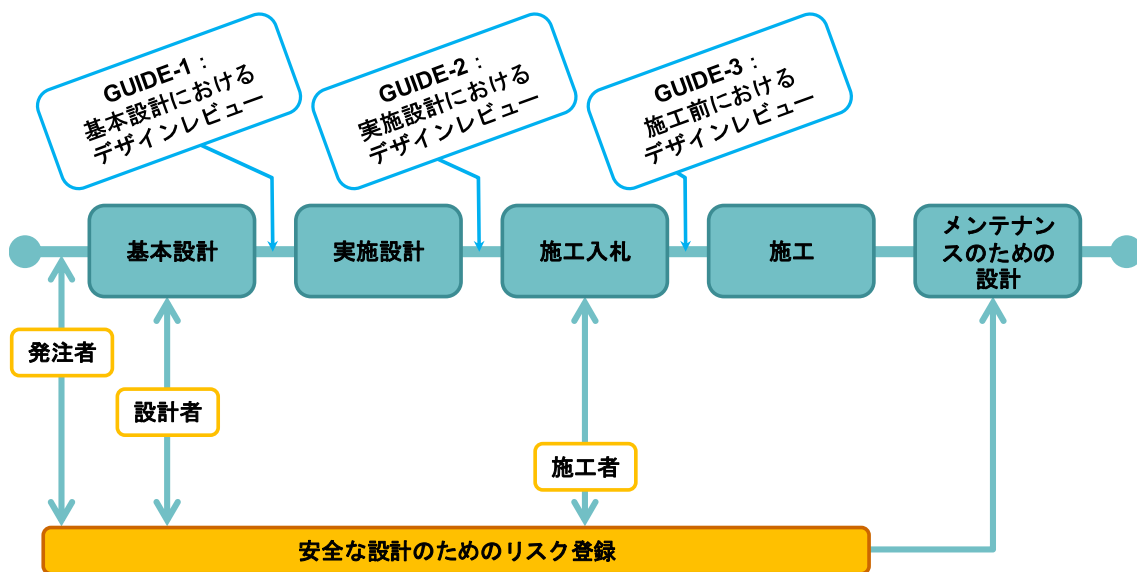


図1 設計段階からの安全衛生を含めたデザインレビュー及びリスク登録の実施（シンガポールの Workplace Safety and Health Guidelines Design for Safety）1)を日本語に翻訳，2), 3)

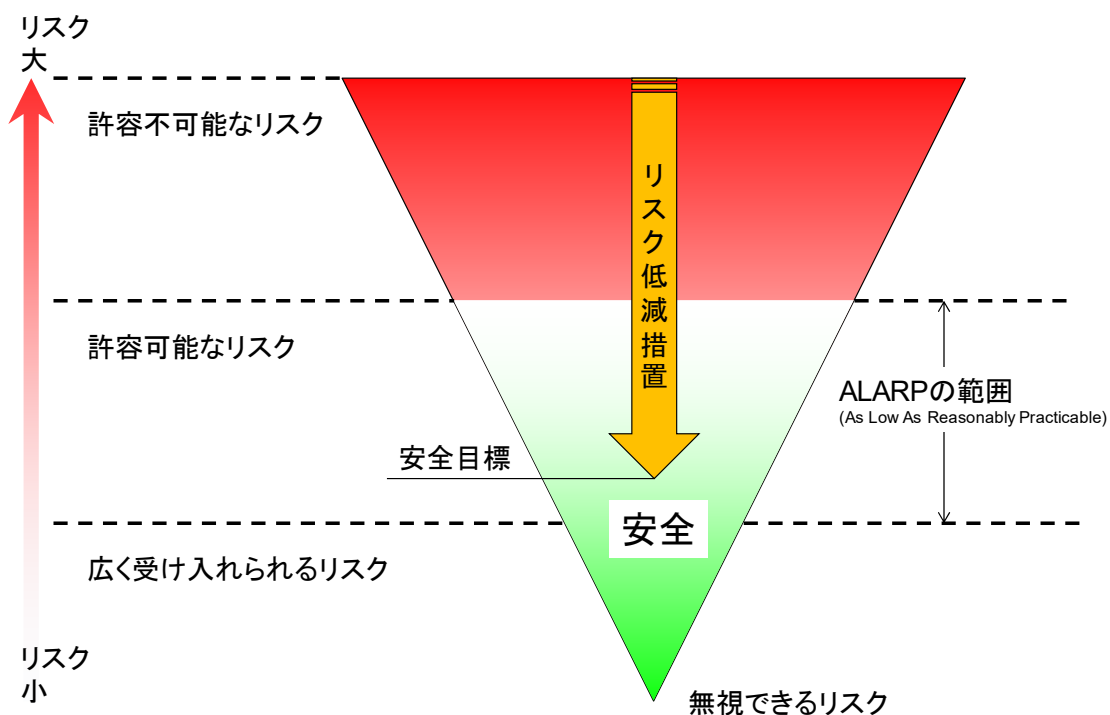


図2 許容不可能なリスク，許容可能なリスク及び安全の定義の概略図 6)に加筆，4)

厚生労働科学研究費補助金
分担研究報告書

建設工事における安全衛生の確保のための
設計段階又は施工計画段階の取り組みに関する事例研究

分担研究者 伊藤和也 東京都市大学 建築都市デザイン学部都市工学科・教授

研究協力者 豊澤康男 （一社）仮設工業会・会長

（東京都市大学 総合研究所地盤環境工学センター・客員教授）

研究要旨

「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン」（厚生労働省）（※）では、設計段階又は施工計画段階からの具体的な取り組みについてまとめられているため、本分担研究報告書では、事例研究として、同ガイドラインの追跡調査を行った。

同ガイドラインでは、3つの点検表「設計・施工段階別点検表」、「日常点検表」、「変状時点検表」に加え、1つの対応シート「異常時対応シート」を用いて、施工以前の段階を含む、建設プロジェクトの上流から点検し、現場の危険性を抽出すること及び関係者間での情報共有の重要性を示している。

ここではまず、斜面崩壊による労働災害防止対策の現状として、近年の大きな労働災害事例を取り上げ、斜面ガイドラインの意味するところを考察する。また、設計段階又は施工段階からの取り組みに関する具体的な事例研究として、実現場に「斜面ガイドライン」を適用して各種点検を行い、高精度傾斜計を用いて施工中の動態観測を実施し、斜面ガイドラインの点検が持つ意味と必要情報の関係等について調査した。

その結果、今後の土木事業では同ガイドラインと「地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」が融合した「意識と体制」を構築したリスクコミュニケーションが重要であることがわかった。

※ 国土交通省の「土木設計業務等共通仕様書」の主要技術基準及び参考図書の中でも「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン」（厚生労働省）について、記載されている。

A. 研究目的

2009年に(独)労働安全衛生研究所(現、(独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所。以下、「安衛研」という。)が学識経験者・行政担当者・施工業者等の専門家を委員とした「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関する調査研究会」を設立した。斜面崩壊による労働災害防止対策の強化を図るため、防止措置の現状、防止工法の普及状況及び問題点等を調査して、実態の分析と同種災害防止対策に関する検討を行い、2010年3月に報告書(以下、「安衛研報告書」という。)をとりまとめている¹⁾。この安衛研報告書と建災防での検討結果を踏まえて、2015年には労働基準局安全衛生部安全課長から「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン(基安安発0629第1号)」(以下、「斜面ガイドライン」という。)という通達が発出され²⁾、施工以前の段階を含む、事業の上流から点検し、現場の危険性を抽出すること及び関係者間での情報共有の重要性について通達している。しかしながら、その普及効果は限定的であり「安全対策は施工者が実施するもの」との認識が根強い印象がある。

本分担研究では、斜面崩壊による労働災害防止対策の現状として、近年の大きな労働災害事例を取り上げ、昨今の国内外の建設工事での安全衛生対策の情勢について斜面ガイドラインの考え方も含めて概説する。その後、斜面ガイドラインを適用して各種点検を行い、加えて高精度傾斜計を用いて施工中の動態観測を実施した現場の事例を紹介し、斜面ガイドラインの点検が持つ意味と必要情報の関係等について考察を行った。

B. 研究方法

本分担研究では、以下の2点に着目して研究を実施した。

【1】斜面崩壊による労働災害防止対策の現状

斜面崩壊による労働災害防止対策の現状として、近年の大きな労働災害事例を取り上げ、昨今の国内外の建設工事での安全衛生対策の情勢について斜面ガイドラインの考え方も含めて概説する。

【2】実現場への斜面ガイドラインの適用と動態観測

斜面ガイドラインを適用して各種点検を行い、加えて高精度傾斜計を用いて施工中の動態観測を実施した現場の事例を紹介し、斜面ガイドラインの点検が持つ意味と必要情報の関係等について考察を行った。

以下に、それらの結果を示す。

C. 研究結果

B. 研究方法 に示した2つについてそれぞれ研究結果を記載する。

【1】斜面崩壊による労働災害防止対策の現状

(1) 由利本荘市「市道猿倉花立線」災害防除工事中の土砂崩壊災害

2013年11月21日に秋田県由利本荘市矢島町内の「市道猿倉花立線」において、災害防除工事中の道路のり面が崩落し、工事中の作業員8名のうち5名が死亡する労働災害が発生した³⁾。由利本荘市では土砂崩落の要因分析と再発防止策の検討および復旧対策の方向性について、専門的な見地から検討を行う、由利本荘市「市道猿倉花立線」土砂崩落技術調査委員会が設置され、2015年3月26日に報告書が市長に提出さ

れ、公開されている。報告書によると、当該現場の崩壊の誘因は、崩落 11 日前から数日間にわたる降雪が確認されており、その後の気温上昇に伴う多量の融雪水の地下浸透と、それに引き続く崩落 3 日前からの連続した強い降雨により、盛土内の地下水位が急速に上昇して崩壊に至ったことが推測されている。一方、原因については、さまざまな要因が複雑に絡み合い特定はできないとして、考えられるものを列挙することにとどまっている。一方、今後の安全対策に向けた再発防止策として以下の 5 項目を提言としてまとめている。すなわち、

- (a) 現場リスク情報の共有（調査設計段階）
- (b) リスクコミュニケーションの徹底と安全性の優先（施工段階）
- (c) 適切な維持管理の継続実施（維持管理段階）
- (d) 土工に対する認識と安全の優先（土工事全般）
- (e) 技術力の向上および継承（日常業務）

特に、(a)、(b)については、単に安衛則に従った計画と定石化した安全管理を行っていけばよいのではなく、周辺の地形・地質的特性、土質的特性および地下水特性などの現場情報の把握を行い、発注者、設計者、施工者がその情報を共有し、現場でのリスクをマネジメントする必要性を示している。

これは、2010 年の安衛研報告書以降の斜面崩壊による労働災害防止対策の方向性を踏襲した形であり、新たな視点として取り入れた内容が含まれたものだといえる。

(2) 斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン

2015 年に厚生労働省労働基準局安全衛

生部安全課長から「斜面ガイドライン」の通達が各関係機関に発出された²⁾。この適用はあくまで中小工事であるが、調査・設計段階から始まり、施工業者の現場作業の大きなイベント段階毎に地山点検を行い、安定に関わる異常な状態を早期に発見し、その状態を監視することを現場に求めている。また、その情報は常に発注者・設計者を含めて「安全性検討関係者協議会」を組織して地山状態情報の共有化を組み入れている。刻々と変わり明らかになっていく地形・地質のリスクを抽出し、施工者はマネジメントし、かつ関係者間でのリスクコミュニケーションを図り、問題解決と安全となる施工を目指すものである。

この斜面ガイドラインでは「調査・設計段階」での点検が重要であるが、業務成果品にこの点検表を掲載し、留意点を平易な言葉でわかり易く解説する必要がある。一方、施工者を含めた関係者が、「地形・地質リテラシー」を共有し、点検表で示している崩壊の素因のリスクを理解するように務める必要もある。そのため、「建災防」を中心とした各種災害防止団体によって、これらの研修・教育活動が実施されている。

(3) 諸外国における建設工事での安全衛生マネジメントの動向

吉川ら⁴⁾は諸外国での建設工事での安全衛生マネジメントと比較する既往研究調査が行われている。以下に、それらの結果を抜粋して紹介する。

a) イギリスの例⁴⁾

イギリスでは、建設工事での設計・マネジメントの規則を 1994 年に制定した。見直しを繰り返し、最新の CDM（Construction

Design and Management Regulation)

2015 では建設プロジェクトに実質的に部内の調整と連携を役割とする「主設計者」という立場を創設し、CDM は PDCA サイクル手法による見直しを常に行っている⁵⁾。

CDM2007 では、2012 年ロンドンオリンピック・パラリンピック関連工事で一定の成果を上げ、米国で P t D (Prevention through Design ; 設計段階における安全衛生の確保) が派生し、マレーシア、韓国でも CDM の導入を予定するなど世界的に拡大している。

b) シンガポールの例⁴⁾

シンガポールでは、2016 年に設計段階から安全衛生を考える D f S (Design for safety) が施行されている。この特徴は、(1) 発注者及び設計者に対する責務を規定、(2) 建設プロジェクトのすべての段階を通じての安全設計に関する評価の実施を義務付け、(3) すべての建設プロジェクトに対する「リスク登録」の義務付け、(4) 発注者に対する安全設計の専門家の任命を許可することにある。

諸外国の安全衛生管理手法は、設計段階から安全衛生対策に積極的に取り組み、発注者の責務が規定されていることなどから、日本の仕組みと比べて効果を発揮していることが伺える。一方、我が国特有の脆弱な国土の地質条件や気象環境の違いなどの素因の差についても整理を行い、諸外国の制度の長所を取り入れることが必要である。

(4) 地質リスクマネジメントとの関係

国土交通省では維持管理を含む工事総コストのみならず、プロセスの中で安全性や効率性に大きく関与する地質の不確実性を

扱う「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」を制定し、2020 年 3 月に発行した⁶⁾。そのなかでは事業者が「ONE TEAM 体制」という体制を構築し、強く連携して活動することの意識持つことを実施のポイントとしている。

斜面掘削による崩壊事象では、ほとんどが地形・地質における素因として存在し、地質的な不確実性が顕在化して事故が発生することは既往の研究でも明らかである⁷⁾。工事中の斜面掘削作業の工程にも安全上の「地質リスク」が同様に存在し、それを分析・評価の上、リスクマネジメントする必要がある。

【2】実現場への斜面ガイドラインの適用と動態観測

(1) 工事概要と地形・地質概要

工事中の掘削により斜面挙動の実態を把握するため、2018 年 9 月に発生した台風 24 号の襲来により被災した静岡県静岡市「上杉尾線」の災害復旧工事で観測を行った。被災状況は、2 箇所道路谷側斜面が崩壊し、路肩欠損が約 1.5m 生じた。それぞれの崩壊は、幅 20m と 12m で、高さはそれぞれ 13m、11m の表層崩壊であった（写真-1）。復旧工事は、道路線形を山側へシフトし、掘削拡幅による道路幅員を確保する。

山側への掘削に関しては、安衛則第 356 条では「その他の地山」に類し、高さ 5m 以上となるため 60 度が仮設掘削勾配の上限となるが、設計では 1 : 0.4 (68.5 度) のり面とすることから長期的安定や掘削中の緩みの発生と二次崩壊の発生を防止するため、鉄筋挿入工 (5 段) と逆巻き工法 (2 段

階掘削) によって安定化を図る計画である。被災箇所は、JR 静岡駅より北西へ約 20km の標高 700m 内外の高度を持つ山地にあり、散在する集落間を結ぶ主要な市道である。駿河湾に注ぎ、安倍川に合流することになる藁科川に向かって深く谷が刻まれ、急峻な山地を形成している。一方、地すべり地形を呈するような緩斜面も存在し「地すべり防止区域指定地」である集落も近隣に存在する。構成地質は、図-18)に示すように南海トラフの沈み込みに伴う付加体である四万十帯の三倉層群という地層区分にあり、砂岩と頁岩の互層帯を基盤としている。三倉層群は、古第三紀始新世～漸新世の主として緑～黒色の塊状の頁岩と砂岩頁岩互層からなる。造山運動により褶曲や断裂破碎を受けており、地すべりの素因のある地質である。

(2) 動態観測の体制

図-2～3 に動態観測の計器設置箇所を示す。計測機器は、斜面掘削による地山の挙動を捉えることが出来るように工夫した。具体的には、掘削背面に掘削により不安定化し易い崩積土が堆積している図-2 に示す区間 1 の測点 15.92 断面の測線上に傾斜計を 2 基、伸縮計を 1 基設置した。計測に用いた傾斜計は IT 傾斜計（曙ブレーキ(株)製）であり、測定範囲±20 度、精度 1/100 度（分解能 1/1000 度）で測定可能な MEMS 型傾斜計である（図-49）。測定範囲と精度は、広域かつ高精度であることから、設置が容易で長期測定時に測定範囲を逸脱する可能性が低くなる。また、一般的に MEMS 型傾斜計は温度の影響を受けてドリフトしやすいが、各計測器にキャリブレーション試験

を実施した温度補正を施しており温度に対しての即時対応性に優れているものである。IT 傾斜計は、図-5 に示すように地山に密着させ、X-Y 直交 2 軸方向の傾斜角度について施工前から施工中及び背後斜面完成まで連続観測を行った。計測値の収録間隔は 10 分毎とし、有線接続されたデータロガーに収録した。また、現場進捗状況と地山点検によりデータの検証を行うとともに IT 傾斜計の機能を補完するため、地すべり計測では実績のある伸縮計（(株)オサシ・テクノス SLG-100A、測定範囲 0～1000mm、分解能 0.1mm）を同位置に設置した。

(3) 斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドラインの適用

斜面ガイドラインは、目視等による点検を根拠に「調査・設計施工段階別点検表」、「日常点検表」及び「変状時点検表」を作成する。今回の観測対象現場にて、調査者、設計者及び施工者の立場になり、着手前から掘削完了まで斜面ガイドラインの適用を試みた。なお、この点検表の適用・使用単位は「地層ごと」と「幅約 20m」を目安とした。表-1 に当現場への適用した各段階点検表を示す。掘削作業前の点検までの段階では、樹木植生などによる点検障害がなかったので記載内容に変更はない。しかし、掘削が進行することで新たな地質が出現したり、湧水による崩壊の危険が生じたりといった地山の異常が生じた（写真-3）ため、斜面ガイドラインに従い「日常点検」から「変状時点検表」を作成し、「異常時対応シート」作成により情報共有を行った。最終的なトラブル解決は、発注者、設計者及び施工者を含めた三者協議で迅速に決定した。以下にそれぞれ

れの点検表について詳細を示す。

a) 調査・設計段階点検（表-1, 2）

図-2 に示すように工事区間の山側斜面には連続した滑落崖があり馬蹄形を呈する。地形判読では明らかな「地すべり地形」であるが、地質調査報告書では今回の被災について、地すべり土塊の活動はなく、その一部が崩壊したものとされている。しかし、工事箇所の外郭には休眠中の地すべりが存在することから、今回の主体工事である山側のり面工事は大きな地質リスクを有していることは明らかである。

また、滑落崖には表層がオーバーハングしており、かつての地すべり滑動によるブロック積擁壁に縦方向のサイドクラックが生じている（写真-2）。

一方、表層部の地質は、滑落崖直下の緩い崩積土層と崖面には岩組織を残留する脆く亀裂の多い強風化頁岩が露頭する。

地下水については、ボーリング調査によると GL-4.0m 付近に水頭を持つ地下水が存在するとされているほか、図-2 の平面図に示すように工事箇所の端部に常時湧水が見られた。地すべり頭部のより上方の残斜面は、杉林で一定勾配のなだらかな斜面を呈し、過去の地山変動を示す段差や杉の根曲がりはない。

b) 施工計画～掘削作業前段階点検（表-1, 2）

掘削斜面の植生は、繁茂状態ではなかったため、丁張り起工測量の際の伐採で新たな確認事項はなかった。そのため調査・設計段階での点検と同様であった。

c) 日常点検表（表-3）

点検区間 1, 3 においては、通常の見視による日常点検を行い施工トラブルはなかつ

た。計器を設置した点検区間 1 の測点 15.92 測線では、詳細は後述するが、施工段階や降雨などの気象状態の変化に微小な変形は生じており、掘削や斜面安定工法による目視点検では認められない地山挙動が把握できた。一方、点検区間 2 測点 32.00 付近で一次掘削を行った際に湧水が発生した。湧水箇所周辺は、強風化によって粘土化が激しい頁岩（風化の速い岩とする；新たな事実の出現）であり、降雨後に湧水量の増加に伴い小崩壊が発生した（写真-5）。粘土化した頁岩の吸水による軟弱化も激しく、さらに上部への後退性崩壊も予想され、今後の施工が不可能になったため「変状時点検表」を使い推移を記録した。規模が小さいため作業員の安全確保には問題は無かったが、今後の進展によっては、規模の拡大により補修の難易度が高くなるので着目する必要性があり「変状時点検表」による監視の重要性を認識することができた。

d) 変状時点検表（表-4）

施工に障害となる湧水の発生（写真-3）後、予定より 5 日間の休工遅延が生じた。現場での応急対策の検討や発注者・設計者への連絡及び三者会議の日程の調整などで時間を要することもあるが、予期せぬ現象が工事工程へ影響し、土砂崩壊災害の発生にも発展してしまう恐れがあった。斜面ガイドラインに従った点検では、湧水をトラブル発生まで予想できなかった。しかし、湧水発生後の崩壊が小さうちに予測・予防できた点では、点検項目で「湧水」を負のキーワードと認識していた点にある。

地質リスクマネジメントの視点では、この予期せぬ湧水を水抜きボーリングで「リスク対応」することとした。さらに、既往の

地すべり地形の存在を考慮すると、調査・設計段階点検で他地点における湧水の事実を水平展開して全体の「リスク分析～評価」に発展・思考することは技術者として必要な要件である。

(4) 高精度 IT 傾斜計での動態観測結果

IT 傾斜計は、降雨による斜面崩壊と切土による斜面の不安定化と鉄筋挿入工施工過程での短期的不安定化を示唆する微少な挙動過程を捉えることができた。観測結果の総括図として図-6 に時系列に変位動態をグラフ化した時間～傾斜計変化・降雨量関係を、図-7 に斜面谷側方向を-Y、東側を+X とした 2 方向データをベクトル化して変位方向変化図をそれぞれ示す。急勾配掘削作業や降雨が斜面へ与える外力アクションと考え、特徴的な傾斜計への地山応答を以下のように整理できる。特に、図-6 で傾斜量が累積的に増加し始めた 4-5 段目の鉄筋打設時には、深い地すべりの挙動も監視した入念な検討を行っている。やや西側に傾斜した粘土層は深い地すべりにも関わっているようなので、この方向への重力傾斜変動には注視していた。

a) 施工前の豪雨時

一次掘削開始した後の 5 月 21 日に日雨量 163mm の豪雨があった。図-8 に豪雨時の時間～傾斜計変化・降雨量関係を示す。下段傾斜計は、斜面谷側方向に傾斜して東西方向への変位はなかった。一方、上段傾斜計は、東側へ傾倒した。

b) 1 次掘削～3 段目鉄筋挿入工後の挙動

一次掘削から 2 段までの鉄筋挿入工の一連の作業は約 2 日間で行われた。打設位置が IT 傾斜計に近いところで観測を一時中

断したが、3 段目の鉄筋挿入工の削孔から観測を再開している。図-9 に示すように削孔直後の急激な傾斜と継続的に生じるクリープ的な変形が生じている。

c) 二次掘削直後の挙動

既往の知見からこの状態が今回の地山掘削工事の中で最も危険な状態と予想された。また、掘削面の観察では粘土化した頁岩層が帯状に連続し、その上部にやや湿った湧水跡のような箇所がみられた（写真-4）。この粘土化した頁岩は、すべり易い面（すべり面となりやすい）である層相であり、斜面崩壊の地質リスクは高いものと評価される。図-10 に示すように掘削という作業で傾斜量の停止するまで二つの変動傾向が読み取れる。①の急激な変位では初生的な緩み変位と考える。その後、②のように変位増加が極度に少なくなり一定速度でクリープ的に谷側と東側に継続する。これは 7 日間放置したことによる重力変形と推察される。これは、斜面掘削の安全管理においても掘削後数日は危険な状態が続くことを示しており、日常点検管理の必要性を示唆している。

d) 4, 5 段目鉄筋挿入工後の挙動

図-11 に 4,5 段目の鉄筋挿入工後の動態を示す。特徴的なこととして削孔中に一旦西側に少し傾斜した後、傾斜方向が従来の東側へ反転する点である。「削孔—鉄筋挿入—洗浄—グラウト注入」の一連の作業では①、⑤及び③、⑦のような急激な谷側変位と東側変位が生じ、3 段目と同じように②、④と⑥、⑧はグラウト硬化によるアンカー効果が発揮されるまでの重力変形と解釈できる挙動が観測された。③は、数日遅れた急激な東西方向の傾斜であるが、施工方向が、東側であり水平間隔 1.0m の隣接する鉄筋挿入

工毎の削孔にクリープ変形が累積された変化を計測している可能性がある。

e) 施工後の挙動

写真-5 に施工完了後の状態の写真を，図-12 に施工後の傾斜計と降雨量の時刻歴図をそれぞれ示す．施工後の傾斜変位量の有無は，降雨時の挙動でその安定度として評価できる．降雨時の変形は，54.7 秒（図-12 参照）と微少なながら生じるものの施工前の豪雨時の傾斜量（29.9 秒）と比べると，同様な降雨量にも関わらず約 55%減少した．このことから，鉄筋挿入工による法面の表層崩壊に対する施工効果があったものと判断される．しかし，施工後も断続的な降雨により緩やかに微少な傾斜量で谷側傾斜しており，これは、施工後の地山の全体的な緩み変形と考えられ，これらの変動を今後も計測し，累積的で大きな変動になるようであれば，地山全体の地すべり対策を行う必要があったものと考えられる．

f) 動態観測結果の整理

工程作業毎に傾斜速度は図-13 のように整理できる．二次掘削直後と鉄筋挿入直後の変形が大きいことは，地山の緩みが大きいことを示している．

4 段目鉄筋挿入工時のグラウト硬化時のクリープ挙動が最も速いのは，一連の掘削と安定化作業の中で最も危険な状態であったためと考えられる．なお，各段のグラウト硬化の継続時間は 3 日間程度であった．これは，グラウト材の現場強度発現計画とも一致する．また，施工前後の豪雨時の傾斜速度は同程度の降雨量に関わらず約 37%低下している．

D. 考察

ここでは，【2】実現場への斜面ガイドラインの適用と動態観測 にて得られた結果を踏まえた考察を記載する．

(1) 斜面ガイドラインによる点検表の意味

一連の事業工程に連動した点検表は，作業進捗に従い，地山の微地形や地質性状など不明だった箇所が明らかになる．そのため，最上流の調査設計時点においては不明確であった地山の挙動は，リスクとして考える必要がある．一般に地質リスクマネジメントの多くは調査設計から施工段階に向かって，より合理的かつ総合的にも経済性を追求することを念頭において実施されるものである．これは，施工時の仮設地山掘削作業の安全性確保の観点からも合理的な手法といえる．したがって，「調査・設計施工段階点検表」を利用して，リスク抽出を行い，そのリスクを分析・評価して対応を策定することが現在の事業者つまり施工者の責務となる．しかし，リスクの分析～対応については，本来は事業者のみでは策定できないため，発注者を含めた調査・設計段階での地質リスクマネジメントが必須となる．今後の土木事業では「地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」と「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン」が融合した「意識と体制」を構築したリスクコミュニケーションが必要である．

(2) 観測結果による微少な地山挙動の推定

今回の現場では，併設した伸縮計では崩壊を予兆するような変位は認められなかった．構成地質から広範囲に岩盤が劣化して

いる地質のため、伸縮計位置よりも広い範囲での地すべり活動についても目視観察しながら、今回設置した IT 傾斜計で地山の外力により微少な挙動を高精度に観測することができた。以下にそれぞれのイベント毎にまとめる。

豪雨時挙動は、一次掘削後であるが計器設置場所の微地形方向に支配され、上段では地形傾斜と調和する東傾斜、下段では谷側のみ地表面方向であった。降雨による地山変動は、自然斜面の地表微地形の重力作用方向に傾動するとはいえ、降雨が継続または断続すると地下水の影響が深部への影響度が増すので、変形方向は未施工区間方向や大きな土塊変動方向に向かって変形すると考えられる。次に、二次掘削直後が、最も大きな傾斜速度であったことより、最も危険な状態であったと考えられる。これは設計計算結果での予測と一致している。鉄筋挿入工施工後から約 3 日間クリープ的に継続するような傾斜挙動を呈した。これは、削孔からグラウト硬化期間での微少な挙動を捉えているものと考えられる。その後、二次掘削時に最も速いクリープ変形を生じていることよりこの状態が最も不安定であり、逆巻施工による効果があった。4、5 段目鉄筋挿入工施工時では、掘削に対して時間差のある東西方向に隣接する鉄筋挿入工の施工による地山の緩みの影響を捉えていたと考えられ、傾斜計が高精度であることを示している。斜面崩壊の主たる方向は重力が作用する谷側への移動であるが、周辺の施工状況や地山挙動の影響を受けた複雑な挙動を示すことが理解される。斜面崩壊の前兆にはクリープ変形が増し、高次化すると共に崩壊に至る、いわゆる齧

藤式と呼ばれるクリープ曲線による予測方法¹⁰が知られているが、今回の現場では、そのような加速度的な変形の増加傾向はあまり得られず、それ以前の挙動として斜面直角方向への複雑な変形が生じていた。傾斜速度が上昇し崩壊の恐れがある場合には、その発生時間を予測することは多くの既往研究^{10~16}が存在する。施工中の安全体制強化に動態観測を有効活用することは、現場の状況を的確に判断する理論的材料として有用である。

(3) 観測結果による斜面安定化工法施工中の変位の実証

斜面安定工法は、経済性や施工性の高さを理由に鉄筋挿入工が多用されている。また、古くから斜面安定化工法の主力であるグラウンドアンカー工がある。いずれもグラウト固化による地山との密着効果を期待した工法であるが、プレストレスを与えるか否かに着目すれば、前者は「待ち受け型」に類し、後者は、積極的な「締め付け型」という違いがある。今回の観測でグラウト固化までの時間で微少な地山の変形が生じていることが明らかになった。グラウンドアンカー工は、その後のプレストレスの導入により、地山のクリープ変形を押さえることができる。しかし、鉄筋挿入工は地山のクリープ変形発生により引張り力が発現し機能が発揮されることからグラウト固化までのクリープ変形の収束を待ち、斜面下方への逆巻施工を行うことが安全であると考えられる。

(4) 設計段階点検表から想定された地質リスク

調査・設計段階点検表で着目すべき要素は、一般的に道路のり面勾配を設計するうえでの注意を要する斜面として挙げられている素因と同等である。その有無を認識することで崩壊に対する地質リスクが認識される。リスクの評価を行い、設計でリスクを考慮していない場合は、その対応を計画すると共に発注者への協議を行う。

(5) 設計段階点検表で想定されていなかった地質リスク

今回の適用現場では、調査段階では、区間1が最も注意すべき斜面があるとしていたため、観測計器類を区間1に設置した。しかしながら、掘削を開始した後に「湧水」による崩壊リスクが顕在化することになり、区間2について変状時点検表を作成することが必要となった。調査・設計段階の表は基本的に20m区間毎に作成されることを推奨しているが、20mに拘ることはない。地質リスクマネジメント手法では、地表踏査の段階で微地形・植生により、谷区間、尾根区間及び斜面勾配（例えば40度以上）や竹、シダなどの保水性植物の繁茂区間などに着目して点検区間を設定することが望ましい。斜面ガイドラインによるチェックの際に「地質リスク抽出」の技術を加えることでチェックリストをより充実することが可能となる。一方、すべてのリスクは抽出すべきと思われるが、リスク対応は「発生頻度と被害の大きさ」を勘案して、リスクが小さければリスクを許容することもありうる。

(6) 必要情報等の整理

今回の「斜面ガイドライン」に従った点検表を用いて、以下の情報に留意する必要がある

あると考えられる。

(a) 施工範囲の地形形成履歴と地質

「地すべり地、崩壊地、集水地形」など過去の斜面変位を示す等高線の乱れなど地形に反映している変動履歴を認識し、その規模やその後の挙動を想定する。想定外を無くす視点が必要である。

(b) 湧水点の抽出

その場所で湧水している理由や晴天時のみならず、降雨時やその後の変化にも注意をして観察する。

(c) 植生

竹やシダ及びコケなどが繁茂する場合には地下水が高いことが予想される。また、樹木の根曲がりや傾倒が見られる場合には、表層土のクリープや地すべりの可能性が示唆される。

(d) 点検表作成区間

「斜面ガイドライン」で記されている20m毎に拘らず、地形の変換点や設計計画での変異点で区間分けを行うなど適宜現場に合わせたゾーニングが必要である。

E. 結論

逆巻工法と切土鉄筋挿入工による斜面安定化を図る施工現場で高精度傾斜計での山地表面変動を連続して観測した。高精度傾斜計は、残斜面に設置して傾斜の方向と量を観測することで、工事による斜面の安定性を示す微小応答を一連の作業と時間軸をもった変動モニタリングを行い、傾斜量と傾斜速度値を得ることができた。また、斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドラインの作業毎の点検表、日常点検表及び変状時点検表を使用してチェックすることで、実現場での適用性及び監視点が

対比され、その妥当性を裏付けることができた。加えて、地質リスクマネジメント手法との融合で現場の安全管理も行うことができ、トラブルへの対応の決定が速くなることも分かった。

斜面掘削での地山挙動は、不可視な地山内部の構造に起因する場合が多く、不確実性が非常に高い。そのため労働安全対策は具体的な対応工法を適用すれば解決するのではなく、小さな情報からその先の事象を論理的にかつ経験的に推測する作業となる。斜面掘削の土砂崩壊災害を防止するためには「監視者の観察による点検とリスクマネジメントで定量化すること」と「各種センサーを用いた動態観測を行い定量化すること」が両輪でその適用性を高めることができる。前者は、監視者の経験や常駐が必要であり、人的スキルや要員配置を要する。後者は、計器設置・観測・資料整理などのイニシャルコストに加えランニングコストも掛かる。そのため、調査・設計時の点検表作成時に地質リスクマネジメント手法を用いることで、動態観測の導入の有無を検討することが現実的であると考える。

以下に、今回の観測から得られた動態観測の課題を示す。

- ・ IoT 技術を活用したリアルタイムの監視やデータ回収の検討
- ・ 中小規模の工事にも適用できるような安価で高精度なセンサーやシステム開発の必要性
- ・ 監視カメラの設置による動態観測データと現場作業の関係の同期システムの構築
- ・ 現場では、三次クリープや崩壊まで観測されることはあまりないが、様々な現場での動態観測施工の実施によるデータの

蓄積と閾値の設定方法

- ・ 斜面ガイドラインの点検の利用普及と点検者の意見収集（アンケート）
- ・ 地形地質技術者の「施工の安全性」を考慮に入れた地表地質踏査による平面図への記載.
- ・ 設計者の「安衛則」第 356 条・第 367 条の掘削勾配の盲信化。また、それを補うための検討方法の策定。

総じて、諸外国のように発注者を含む調査・設計段階の上流側での斜面問題へのマネジメント意識を持ち、最下流の施工までの一連の関係者間のコミュニケーションを図る必要がある。我が国では、その仕組みは構築しつつあるが、その利用・普及が完全ではない点があり、今後検討が必要である。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 柴田達哉, 伊藤和也, 杉山竜一: 斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドラインを用いた地質リスク抽出と実際の地山挙動, 土木学会論文集 F6 (安全問題), 掲載決定.

2. 学会発表

- 2) 柴田達哉, 伊藤和也: 斜面崩壊による労働災害防止対策ガイドラインと実際の地山挙動, 安全工学シンポジウム 2020, GS-3-15, pp.144-147, 2020.

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし

H. 引用文献

- 1) (独) 労働安全衛生総合研究所：斜面崩壊による労働災害の防止対策に関する調査研究会報告書，2010.
- 2) 厚生労働省発行：「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン」2015
- 3) 由利本庄市「市道猿倉花立線」土砂崩落技術調査委員会：由利本庄市「市道猿倉花立線」土砂崩落技術調査委員会報告書，2015.
- 4) 吉川直孝，大嶋勝利，平岡伸隆，高橋弘樹，日野康道，豊澤康男：諸外国における建築物等の設計段階から考える安全衛生管理手法の調査，労働安全衛生総合研究所特別研究報告 JNIOOSH-SRR-No.49，2019.
- 5) 土木学会安全問題研究委員会 土木工事の技術的安全確保・向上検討小委員会：土木工事の技術的安全確保・向上に関する検討報告書，2016.
- 6) 国土交通省大臣官房技術調査課・国立研究開発法人土木研究所 土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会：土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン，2020.
- 7) 伊藤和也，豊澤康男，井澤淳，高橋章浩，竹村次朗，日下部治：斜面崩壊による労働災害の崩壊形態・原因の傾向及び対策について，土木学会第 65 回年次学術講演会，平成 22 年 9 月
- 8) 地域地質研究報告 5 万分の 1 地質図幅東京(8)第 89 号「清水地域の地質（杉山雄一・下川浩一）」：地質調査所 1990,第 2 図を一部略
- 9) 例えば，国立研究開発法人土木研究所・曙ブレーキ工業・エイト日本技術開発・川崎地質・協和電業・坂田電機：特殊な地すべり環境下で使用する観測装置設置の手引き，pp.2-12，2016.
- 10) 斉藤迪孝：斜面崩壊時刻を予測するためのクリープ曲線の適用について，地すべり，第 24 巻,第 1 号，1987.
- 11) 福園輝旗：表面移動速度の逆数を用いた降雨による斜面崩壊発生時刻の予測法，地すべり，第 22 巻，第 2 号，1985.
- 12) 菅原紀明：斜面崩壊時刻を概略予測するための移動速度の正規化，応用地質技術年報，No.21，2001.
- 13) 玉手聡，伊藤和也，Surendra B. Tamrakar：表層ひずみ計測による施工時斜面の崩壊監視に関する実験的研究，土木学会論文集 C, Vol.65, No.1, p.1-18, 2009.
- 14) Uchimura, T., Towhata, I., Wang, L., Nishie, S., Yamaguchi, H., Seko, I., Qiao, J. :Precaution and early warning of surface failure of slope using tilt sensors, Soils and Foundations, Vol. 55, No. 5, pp. 1086-1099, 2015.
- 15) 平岡伸隆，吉川直孝，伊藤和也，笹原克夫：斜面掘削中の動態モニタリングによる退避判定の検討，Vol. 73, No. 4, pp. 355-367, 2017.
- 16) 笹原克夫，岩田直樹，吉川直孝，平岡伸隆，伊藤和也：実大規模模型斜面の多段階掘削に伴う崩壊時刻の予測－福園式を用いた検討－，Vol. 13, No. 1, pp. 13-25, 2018.



写真-1 被災状況と施工路線

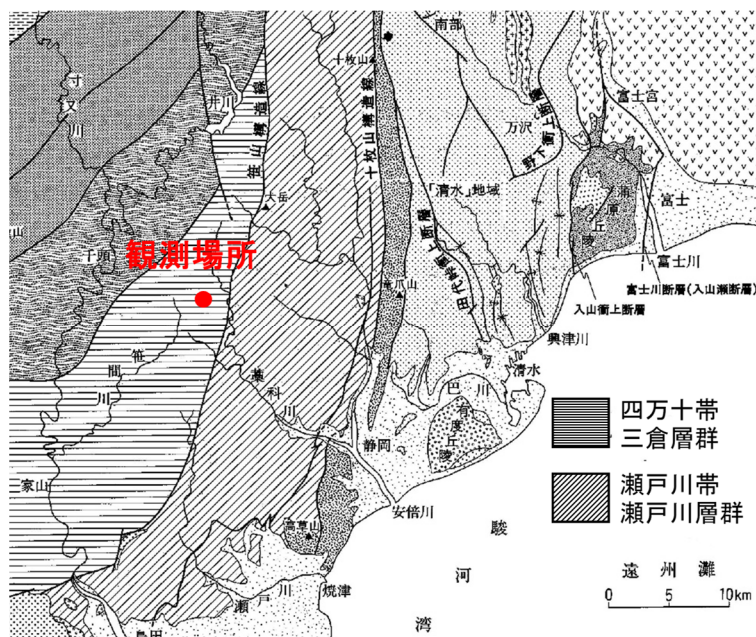


図-1 工事場所周辺の地質概略図¹²⁾

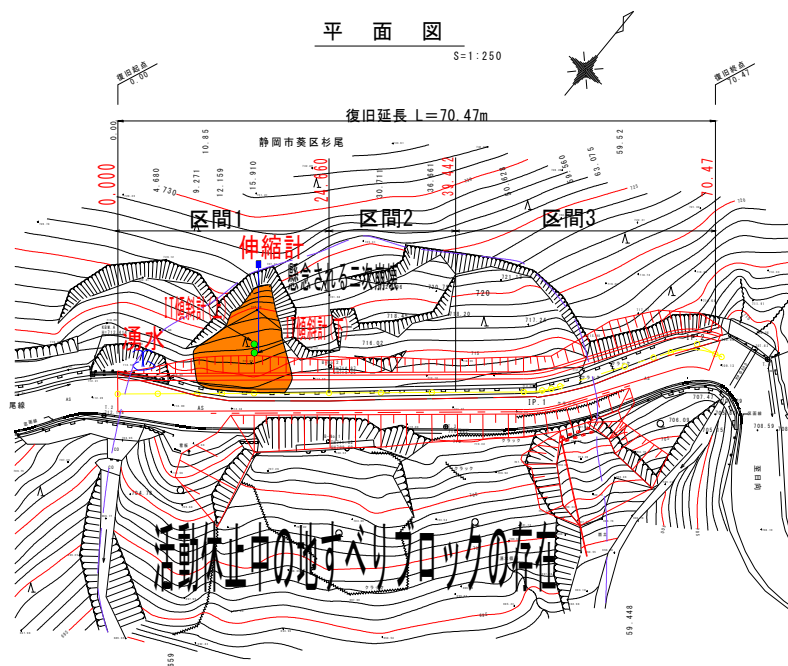


図-2 観測計器配置平面図

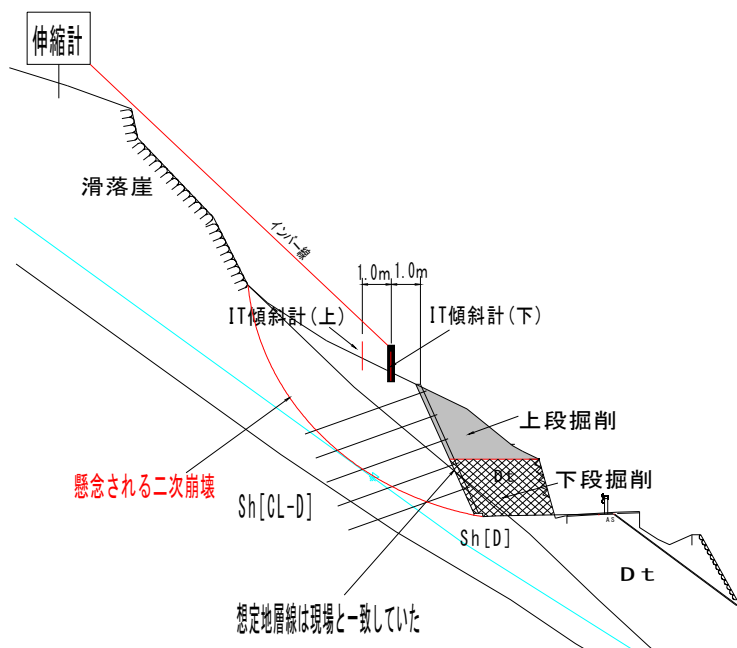


図-3 観測計器設置横断図



図-4 IT 傾斜計仕様¹³⁾

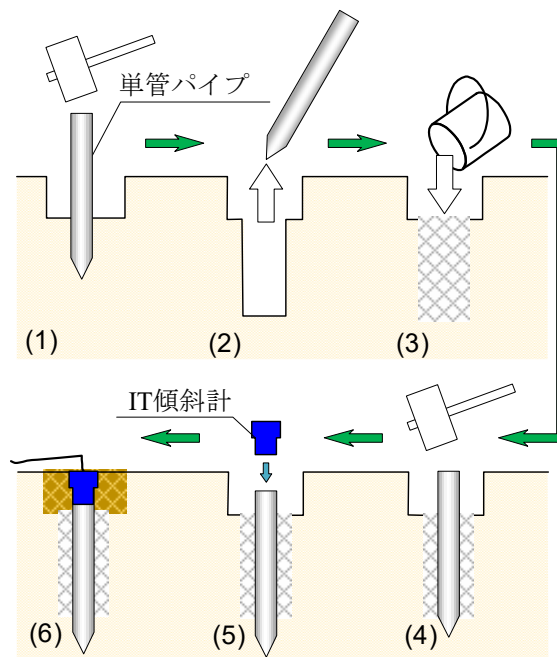


図-5 IT 傾斜計設置方法¹³⁾

表-1 設計・施工段階点検表（測点 0.00～24.60, 39.442～75.47：点検区間 1, 3）

工事箇所名				有無未に○印をつける：有=現象がある / 無=現象がない / 未=未確認(確認できない)				
位置	要因	項目	現象(確認内容)	①調査・設計	②施工計画	③丁張り	掘削	
							④作業前時	⑤終了時
残 斜 面	地形	地すべり地	亀裂、段差、等高線の乱れ等がある	有無未	有無未	有無未	有無	有無
		浮石・転石	不安定な状況にある	有無未	有無未	有無未	有無	有無
		オーバーハング	新鮮な崩壊が認められる	有無未	有無未	有無未	有無	有無
	周辺状況	植生	周辺の植生と異なるまたは竹林等がある	有無未	有無未	有無未	有無	有無
		構造物	クラックなどの変状がある	有無未	有無未	有無未	有無	有無
切 土 部	地質等 (土・岩質)	崩積土・強風化斜面	不均一で軟弱な土質である	有無未	有無未	有無未	有無	有無
		砂質土等	特に浸食に弱い土質である	有無未	有無未	有無未	有無	有無
		風化が速い岩	表層から土砂化する岩である	有無未	有無未	有無未	有無	有無
		割れ目の多い岩	亀裂が多く、もろい岩である	有無未	有無未	有無未	有無	有無
	構造	流れ盤	流れ盤亀裂で簡単にはく離する	有無未	有無未	有無未	有無	有無
		破碎帯等	すべる可能性の弱層がある	有無未	有無未	有無未	有無	有無
	湧水	地下水	常時・多量の湧水、湧水に濁りがある	有無未	有無未	有無未	有無	有無
	凍結	凍結融解	凍結・融解が著しく起こる	有無未	有無未	有無未	有無	有無
	災害記録	斜面崩壊	近傍工事個所で崩壊履歴がある	有無未	有無未	有無未	有無	有無
備考	「有」と記入した場合、状況や対応を記入する。							
	月/日 点検者サイン			/	/	/	/	/
	施工の安全性の確保ができています 月/日 確認者サイン			/	/	/	/	/



写真-2 地すべり左サイドブロックの開口クラック



写真-3 区間 2 測点 32.00 付近の湧水と小崩壊と粘土化した岩盤

表-2 設計・施工段階点検表（測点 24.60～39.442：点検区間 2）

工事箇所名				有無未に○印をつける：有=現象がある / 無=現象がない / 未=未確認(確認できない)				
位置	要因	項目	現象(確認内容)	①調査・設計	②施工計画	③丁張り	掘削	
							④作業前時	⑤終了時
残斜面	地形	地すべり地	亀裂、段差、等高線の乱れ等がある	有無未	有無未	有無未	有無	有無
		浮石・転石	不安定な状況にある	有無未	有無未	有無未	有無	有無
		オーバーハング	新鮮な崩壊が認められる	有無未	有無未	有無未	有無	有無
	周辺状況	植生	周辺の植生と異なるまたは竹林等がある	有無未	有無未	有無未	有無	有無
		構造物	クラックなどの変状がある	有無未	有無未	有無未	有無	有無
切土部	地質等 (土・岩質)	崩積土・強風化斜面	不均一で軟弱な土質である	有無未	有無未	有無未	有無	有無
		砂質土等	特に浸食に弱い土質である	有無未	有無未	有無未	有無	有無
		風化が速い岩	表層から土砂化する岩である	有無未	有無未	有無未	有無	有無
		割れ目の多い岩	亀裂が多く、もろい岩である	有無未	有無未	有無未	有無	有無
	構造	流れ盤	流れ盤亀裂で簡単にはく離する	有無未	有無未	有無未	有無	有無
		破碎帯等	すべる可能性の弱層がある	有無未	有無未	有無未	有無	有無
	湧水	地下水	常時・多量の湧水、湧水に濁りがある	有無未	有無未	有無未	有無	有無
	凍結	凍結融解	凍結・融解が著しく起こる	有無未	有無未	有無未	有無	有無
	災害記録	斜面崩壊	近傍工事個所で崩壊履歴がある	有無未	有無未	有無未	有無	有無
	備考	「有」と記入した場合、状況や対応を記入する。						
月/日 点検者サイン				/	/	/	/	/
施工の安全性の確保ができています 月/日 確認者サイン				/	/	/	/	/

表-3 日常点検表（測点 24.60～39.442：点検区間2）

工事名	令和元年上杉尾道路災害	点検箇所	点検区間2(測点24.60～39.442)	施工会社	(株)石福建設
設計・施工段階別点検表で確認された現象の有無		無・有（その現象=地すべり、オーバーハング、クラック、軟弱な崩積土、割れ目の多い岩、風化が速い岩、すべり可能性、湧水、崩壊記録あり）			

- この日常点検表は、斜面の崩壊を予知し、労働災害を防止するために、斜面の変状をいち早く発見するために使用する。
- この日常点検表は、斜面掘削工事、切土部での擁壁工事などの作業開始前、作業終了時、大雨時、中震以上の地震の後などに使用する。
- 点検の結果、該当する項目がある場合は、その項目に"○"をつけ、該当しない場合は"レ"又は"- "をつける。
- 点検の結果、いずれかの項目に"○"印がついた場合、「変状時点検表」を用いて変状の推移を確認し、必要な対応を行う。(⑩、⑪を除く。)

点検月日 (A:始業、B:終業、C:大雨、D:中震、E:ほか)		5月6日	5月7日	5月8日	5月9日	5月10日	5月11日	5月12日	5月13日	5月14日	備考
		(B)	(B)	(B)	(B)	(B)	(B)	(B)	(B)	(B)	
点 検 項 目	① 切土勾配が丁張りとはわなくなった	レ	レ	レ	レ	レ		休 工			
	② 切土部などに新たな亀裂が見つかった	レ	レ	レ	レ	レ					
	③ 切土部や底面などに"はらみ"が見つかった	レ	レ	レ	レ	レ					
	④ 切土部の底面などに落石が見つかった	レ	レ	レ	レ	レ					
	⑤ 切土部などの一部に崩壊が見つかった	レ	レ	レ	レ	○					
	⑥ 切土部に地下水(湧水)が出てきた	レ	レ	レ	レ	○					
	⑦ 切土部などに浮石・転石が見つかった	レ	レ	レ	レ	レ					
	⑧ 周辺の樹木の傾きが変わった	レ	レ	レ	レ	レ					
	⑨ 周辺の構造物に変状が見つかった	レ	レ	レ	レ	レ					
	※下記の⑩、⑪項目の点検の結果、○が付いた場合は直ちに改善する。(改善により、変状時点検表には移行する必要はなくなる。)										
	⑩ 降雨時に斜面の排水がスムーズでない	レ	レ	レ	レ	○					
	⑪ 降雨時の法面保護対策(シート等)に異常がある	レ	レ	レ	レ	レ					
	⑫ 「設計・施工段階別点検表」のうち、特記すべき現象が見つかった	レ	レ	レ	レ	レ					
	⑬ その他										
備考	5/10に35.0付近掘削湧水発生										
	点検者サイン										
	確認者サイン										

表-4 変状時点検表（測点 24.60～39.442：点検区間2）

工事名		令和元年上杉尾道路災害復旧工事		変状箇所	測点35.00付近				施工会社	(株)石福建設				
位置	点検実施 (○をつける)	項目	現象	月日	5月17日	5月25日	6月1日	6月11日	6月15日	7月11日	/	/	/	/
				点検時期または時刻	(休日)	(8:30)	(8:30)	(8:30)	(8:30)	(8:30)	()	()	()	()
切土部		① 切土こう配	丁張りと合致していない	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無
		② 亀裂	進展している	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無
		③ はらみ	進展している	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無
		④ 落石	小石程度が連続して起きている	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無
	○	⑤ 崩壊	肌落ち等が連続して起きている	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無
	○	⑥ 湧水	量に変化が起きている	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無
			濁りが発生している	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無
		⑦ 浮石・転石	変状が見られる	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	
残斜面及び周辺		② 亀裂	進展している	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	
		③ はらみ	進展している	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	
		④ 落石・⑤崩壊	増加、拡大している	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	
		⑦ 浮石・転石	変状が見られる	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	
		⑧ 樹木	樹木の傾斜などに変化がある	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	
	⑨ 構造物	変状が進んでいる	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無		
ほか		⑩ 特記すべき現象 ()	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	
		⑬ その他 (内容: 排水ボーリング保孔管に水が乗らず外周より湧水)	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	
措置項目 (複数可)	(1) 引き続き変状を観察する(措置なし)	○	○	○	○	○	○	○	○					
	(2) 変状のモニタリングを実施する	○	○	○	○	○	○	○	○					
	(3) 水抜きボーリングを実施する	○								湧水量が低下してきている				
	(4) 集排水管の布設		○							周辺の泥濘化を軽減				
	(5) コンクリート吹き付け工背面に不織布布設								○	表面への湧水はないがモルタル面は湿潤				
	(6) 異常時対応シートに記載して報告する													
	点検者サイン													
	確認者サイン													

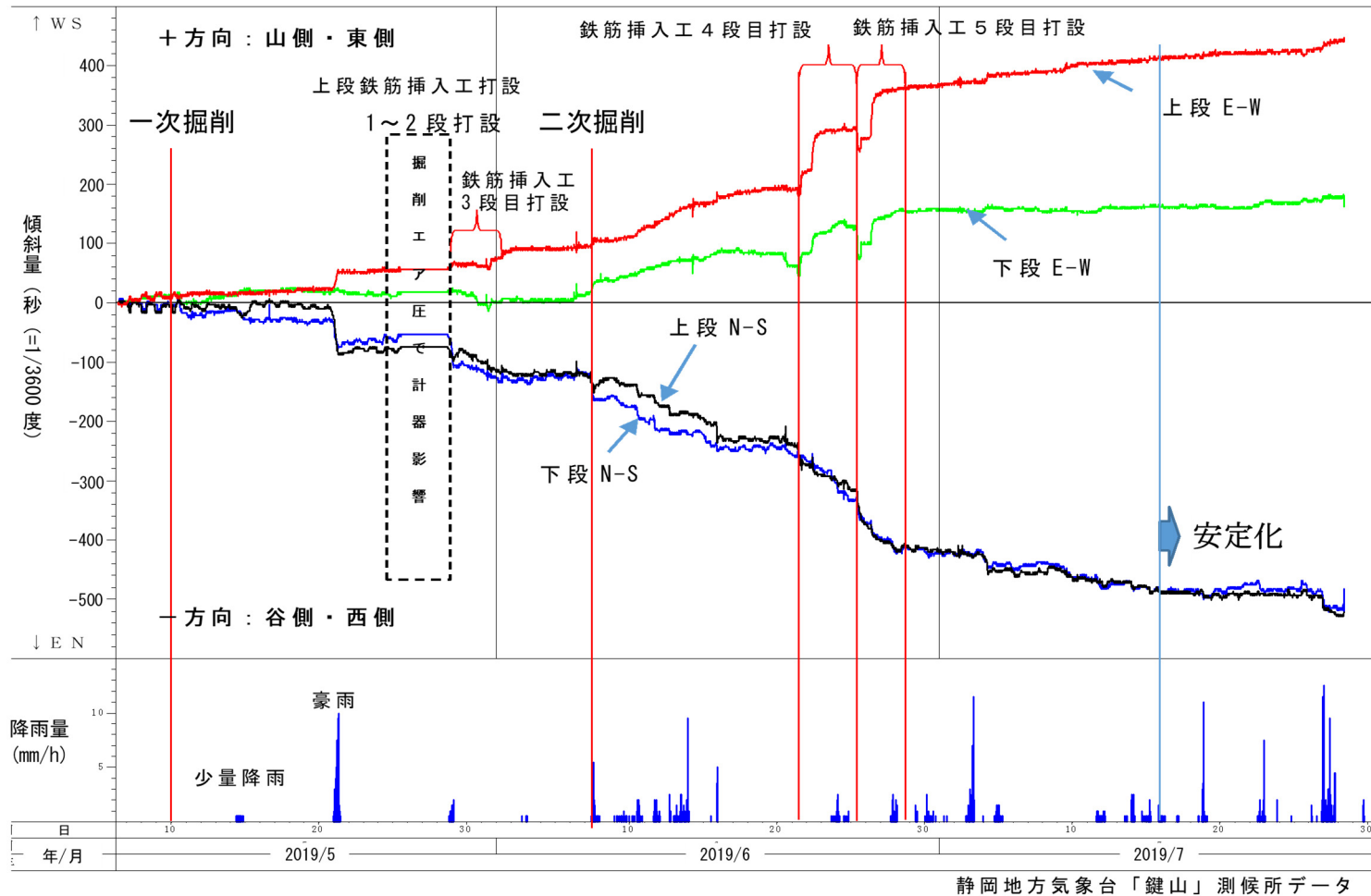


図-6 時間～傾斜計変化・降雨量関係図

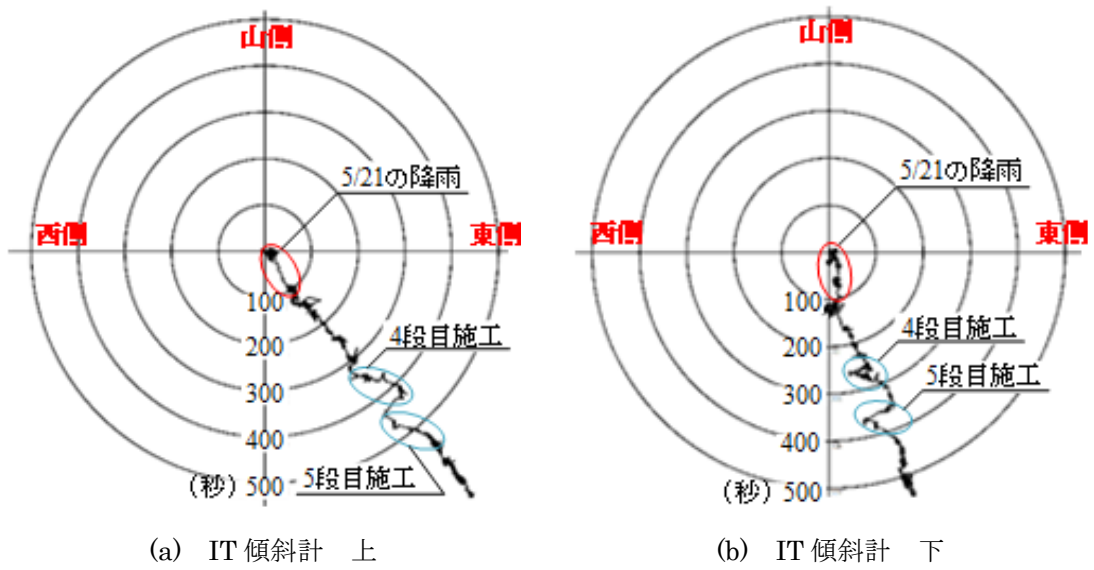


図-7 傾斜計ベクトル方向変位図

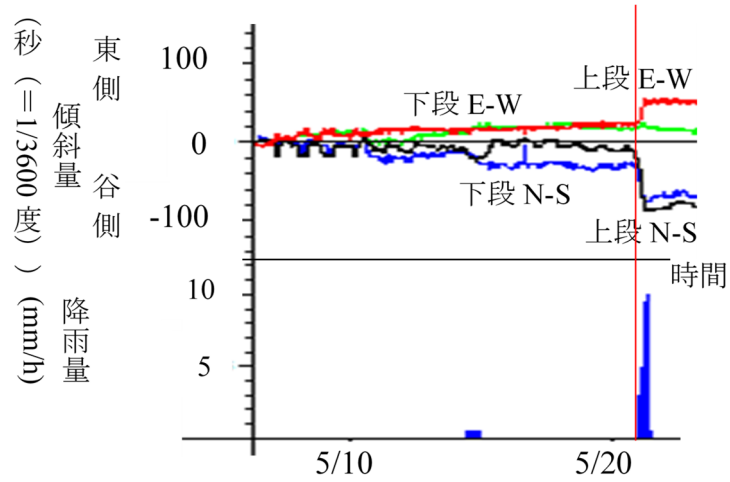


図-8 傾斜計ベクトル方向変位図

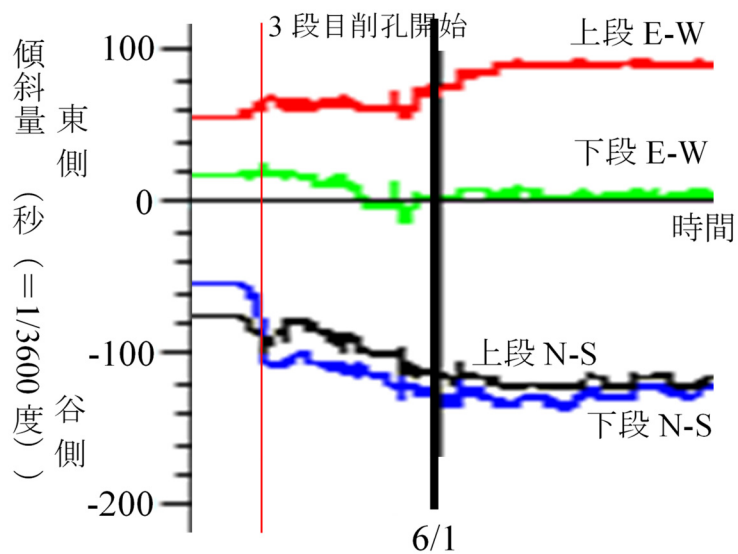


図-9 3 段目鉄筋挿入工後の動態



写真-4 区間 1 の 2 次掘削直後の状態

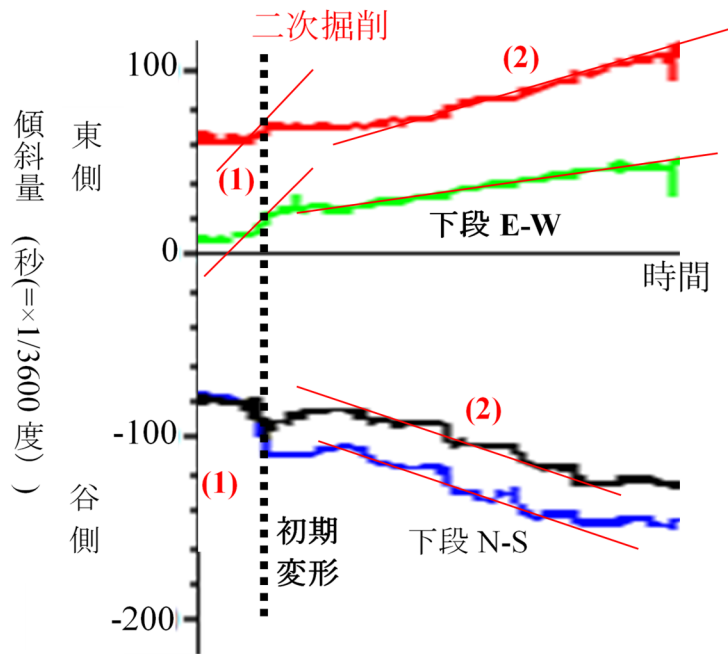


図-10 二次掘削時の動態

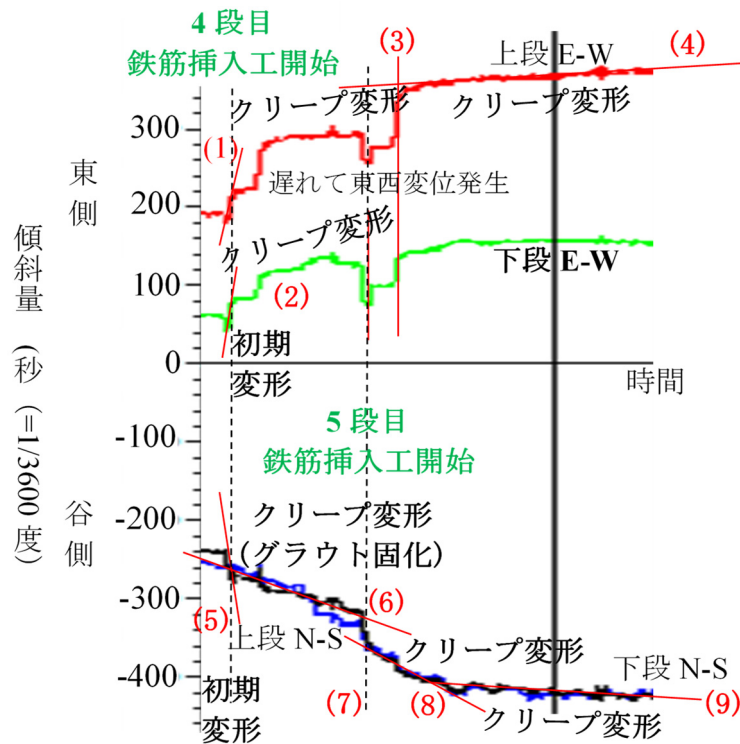


図-11 4, 5 段目鉄筋挿入工後の動態



写真-5 区間1 施工完了後の状態

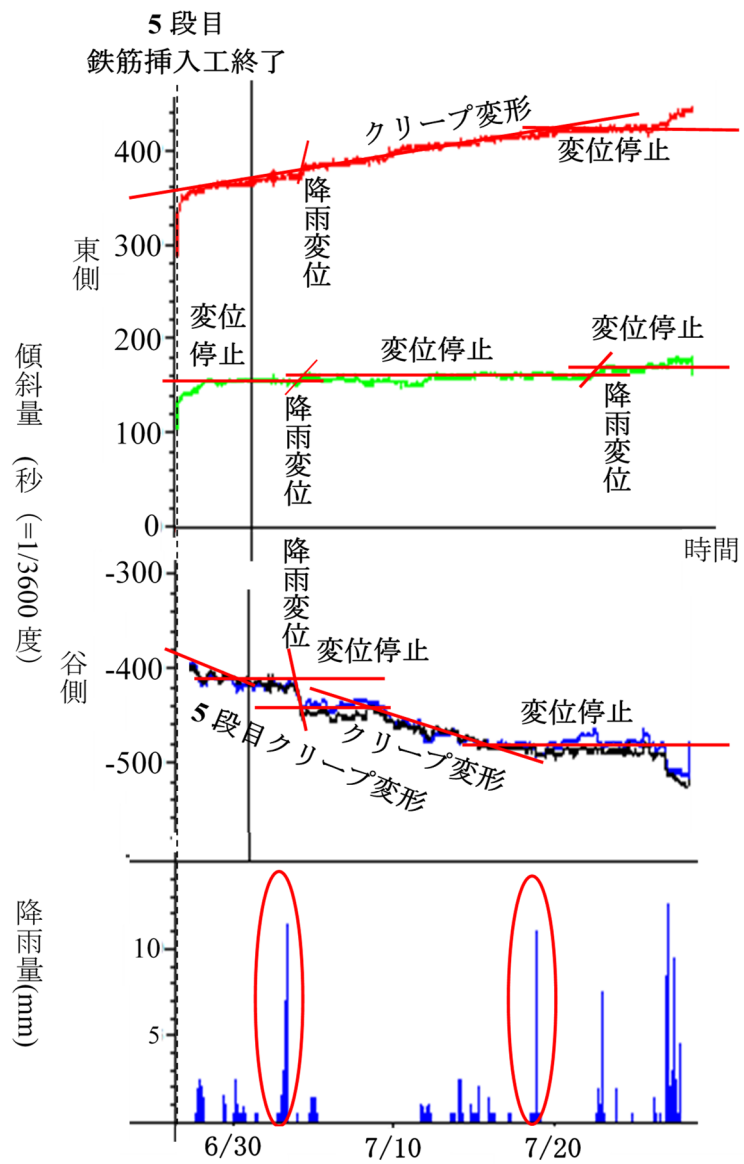


図-12 施工後の動態

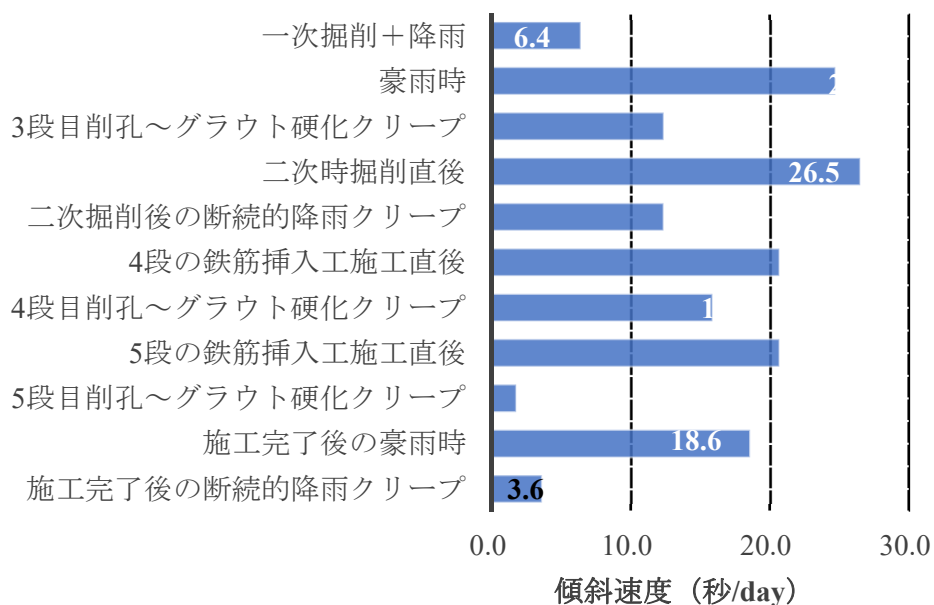


図-13 各施工工程での平均傾斜速度グラフ

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
該当なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
柴田達哉, 伊藤和也, 杉山竜一	斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドラインを用いた地質リスク抽出と実際の地山挙動	土木学会論文集 F6 (安全問題)			掲載 決定
大幢勝利, 吉川直孝, 高橋弘樹, 平岡伸隆	欧州における建設業の労働安全衛生管理体制の調査ードイツの制度	第53回安全工学 研究発表会		p. 77- 78	2020
吉川直孝, 大幢勝利, 平岡伸隆, 豊澤康男	建設プロジェクトの安全情報の整理について	安全工学シンポ ジウム2020講演 予稿集		p. 28- 29	2020
柴田達哉, 伊藤和也	斜面崩壊による労働災害防止対策ガイドラインと実際の地山挙動	安全工学シンポ ジウム2020講演 予稿集		p. 144- 147	2020

令和3年5月20日

厚生労働大臣 殿

機関名 (独) 労働者健康安全機構
労働安全衛生総合研究所

所属研究機関長 職名 所長

氏名 梅崎 重夫

次の職員の令和2年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 労働安全衛生総合研究事業
2. 研究課題名 建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 建設安全研究グループ 上席研究員
(氏名・フリガナ) 吉川 直孝 (キッカワ ナオタカ)

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和3年5月20日

厚生労働大臣 殿

機関名 (独) 労働者健康安全機構
労働安全衛生総合研究所

所属研究機関長 職名 所長

氏名 梅崎 重夫

次の職員の令和2年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 労働安全衛生総合研究事業
2. 研究課題名 建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 研究推進・国際センター 研究推進・国際センター長
(氏名・フリガナ) 大幢 勝利 (オオドウ カツトシ)

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和3年5月20日

厚生労働大臣 殿

機関名 (独) 労働者健康安全機構
労働安全衛生総合研究所

所属研究機関長 職名 所長

氏名 梅崎 重夫

次の職員の令和2年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 労働安全衛生総合研究事業
2. 研究課題名 建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 建設安全研究グループ 主任研究員
(氏名・フリガナ) 平岡 伸隆 (ヒラオカ ノブタカ)

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和3年5月20日

厚生労働大臣 殿

機関名 (独) 労働者健康安全機構
労働安全衛生総合研究所

所属研究機関長 職名 所長

氏名 梅崎 重夫

次の職員の令和2年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 労働安全衛生総合研究事業
2. 研究課題名 建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 建設安全研究グループ 上席研究員
(氏名・フリガナ) 堀 智仁 (ホリ トモヒト)

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和3年5月20日

厚生労働大臣 殿

機関名 (独) 労働者健康安全機構
労働安全衛生総合研究所

所属研究機関長 職名 所長

氏名 梅崎 重夫

次の職員の令和2年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 労働安全衛生総合研究事業
2. 研究課題名 建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 建設安全研究グループ 上席研究員
(氏名・フリガナ) 高橋 弘樹 (タカハシ ヒロキ)

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和3年5月20日

厚生労働大臣 殿

機関名 五島育英会 東京都市大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 三木 千壽

次の職員の令和2年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 労働安全衛生総合研究事業

2. 研究課題名 建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 建築都市デザイン学部 都市工学科 教授

(氏名・フリガナ) 伊藤 和也 (イトウ カズヤ)

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。