

令和3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3年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 吉川 直孝

令和3（2022）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	1
吉川直孝、平岡伸隆、大幢勝利、伊藤和也、高橋弘樹、堀智仁	
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肌落ち災害事例の分析	7
吉川直孝、平岡伸隆、大幢勝利	
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	
法面保護改修工事中の土砂崩壊災害事例の分析	21
伊藤和也、豊澤康男	
3. 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	
建設機械転倒災害事例の分析	30
堀智仁	
4. 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	
型枠支保工の倒壊災害事例の分析	37
高橋弘樹	
5. 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建設地からの	
可燃性ガス発生による爆発災害事例の分析	44
佐藤嘉彦、吉川直孝	
6. 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	
Building Information Modeling / Construction Information Modeling	
(BIM/CIM) の活用	57
吉川直孝、平岡伸隆、大幢勝利、高橋弘樹	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	98

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	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	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	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
研究協力者	佐藤嘉彦	（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
研究協力者	豊澤康男	東京都市大学総合研究所・客員教授（一般社団法人仮設工業会・会長）

研究要旨

本研究では、肌落ち、土砂崩壊、転倒、倒壊、爆発災害を取り上げ、災害事例分析を通じて、トンネル建設工事、法面保護工事、地盤改良工事、ビル新築工事、構造物建築工事における設計段階からの適切な安全衛生対策を抽出した。

また、施工の合理化・効率化だけでなく、BIM/CIMにおいて安全衛生の情報も管理できるよう、BIM/CIM図面上にリスクポイントを記載し、一覧表として直ちにリスク情報を管理できるような方法も開発した。

本研究の成果として、各工事の各種災害について、本質的安全設計方策を含めて再発防止対策を提案することができ、これらの本質的安全設計方策は、企画、基本計画、基本設計、実施設計等の企画・設計段階で考慮する必要があることから、本研究で開発したリスクポイントをBIM/CIMのプロジェクトファイル上に配置することで、任意のリスク情報を一貫して管理することが可能となると考えている。

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

研究協力者

⑥ 佐藤嘉彦

（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

⑦ 豊澤康男

東京都市大学総合研究所（一般社団法人仮設工業会）
客員教授（会長）

A. 研究目的

本研究では、肌落ち、土砂崩壊、転倒、倒壊、爆発災害を取り上げ、災害事例分析を通じて、トンネル建設工事、法面保護工事、地盤改良工事、ビル新築工事、構造物建築工事における設計段階からの適切な安全衛生対策を抽出することを目的とする。

また、施工の合理化・効率化だけでなく、BIM/CIM において安全衛生の情報も管理できるよう、BIM/CIM 図面上にリスクポイントを記載し、一覧表として直ちにリスク情報を管理できるようにすることを目的とする。

B. 研究方法

本研究では、国内外の行政機関等のホームページから、公開されている災害事例に関する有用な公的資料をダウンロードし、それらを分析する方法とした。分析に当たっては、機械安全分野で国際的に認められている「危険源から危害に至るプロセス」図を用いて災害事例を分析し、危険源、危険状態、対策の不足等を抽出した。また、機械安全分野のスリーステップメソッド（本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の提供）を用いて、「危険源から危害に至るプロセス」の上流から各安全衛生対策を提案した。さらに、各対策を実行する上で権限のある者を対策の実施者として明確化した。

また、国内外で BIM/CIM ソフトウェアとして最も利用者の多い Autodesk Revit を採用し、その中の部品（ファミリ）として、リスクポイントを新たに作成する。リスクポイントは Revit の図面上で任意の位置に配置できるように作成し、リスクの種類、リ

スクの大きさ、考慮すべきフェーズ、対策等を属性情報として登録可能なように作成する。また、配置した全てのリスクポイントの属性情報は、一覧表として直ちに出力できる仕様とする。

C. 研究結果

各工事の各種災害に対する安全衛生対策として、本質的安全設計を含めたリスク低減措置を優先順位毎に提案した。以下に工事毎にそれを示す。

C-1. トンネル建設工事における肌落ち災害防止対策

- ・ハザード/リスクの除去：帯水層、断層破砕帯等を避けた路線計画、完全な機械化の推進（TBM、SENS、シールド機等の採用）等
- ・ハザード/リスクの変更：適切な掘削方式（機械掘削等）、掘削断面積の縮小（ベンチの設置）、補助工法等
- ・工学的対策：鏡吹付け、鏡ボルト、浮石落とし、水抜き・探り削孔等
- ・管理的対策：切羽への立入禁止措置、切羽監視責任者の配置、切羽変状計測等
- ・個人用保護具：設備的防護対策（バルーン、マット、ネット等）、個人用保護具（亀の子）等

C-2. 法面保護工事における土砂崩壊災害防止対策

- ・ハザード/リスクの除去：洞門の採用、ルート変更等
- ・ハザード/リスクの変更：風化度合の確認調査（地盤調査、サーモグラフィー等）
- ・工学的対策：土砂化した岩盤の処理（セメ

ント改良、薬液注入等）、小割しないで行える対策（法枠工、グラウンドアンカー工等）

- ・管理的対策：作業手順、施工計画、モニタリングによる前兆把握、連絡体制等
- ・個人用保護具：墜落防護（2丁掛け、ハーネス等）

C-3. 地盤改良工事における転倒災害防止対策

- ・ハザード/リスクの除去：基礎工用機械を利用しない工法を選択等
- ・ハザード/リスクの変更：リーダー長の短い（安定性の高い）機種を選定（危険エリアの限定）等
- ・工学的対策：地盤調査による地耐力の把握、セメント安定処理、砕石の敷設、敷鉄板の敷設等
- ・管理的対策：適切な施工計画の作成とそれに準じた作業の実施、転倒危険エリアへの立入禁止措置等
- ・個人用保護具：現状対策はない（個人用保護具では防ぎきれない）

C-4. ビル新築工事における倒壊災害防止対策

- ・ハザード/リスクの除去：高所作業をしない、床スラブ上で作業を行わない等
- ・ハザード/リスクの変更：床スラブの打設を地面で実施、プレキャスト部材の使用、施工のシステム化・プレハブ化等
- ・工学的対策：想定される荷重に対する型枠支保工の強度の確保（支柱の増強、筋交い、控えの設置）等
- ・管理的対策：適切な施工計画書の作成と計画書に準じた作業の実施、作業主任者の配置、床スラブ落下範囲の立入禁止措置等

- ・個人用保護具：適切な墜落制止用器具の使用等

C-5. 構造物建築工事における爆発災害防止対策

- ・ハザード/リスクの除去：用地の変更（埋立地を避ける）等
- ・ハザード/リスクの変更：埋立地の構造を準好気性へ改善等
- ・工学的対策：可燃性ガス引抜管の設置、強制換気設備の設置、ガス抜き孔・通気口の設置、ガス検知器・警報装置の設置、防爆構造の電気機器の使用等
- ・管理的対策：火気使用の厳密な管理等の着火源発現防止対策、責任者の設置及びガス測定結果に基づく作業開始・中止、工事関係者への教育周知、現場内作業者の詳細把握、緊急時体制の作成等
- ・個人用保護具：爆発に対する対策はない（個人用保護具では防ぎきれない）

また、BIM/CIMのプロジェクトファイル上で上記したリスク及び対策に関する情報を一貫して管理するため、部品（ファミリ）としてリスクポイントを新たに開発した。リスクポイントは、様々な属性情報を有し、パラメトリックに形状、色、材料等を変化できる。

D. 考察

トンネル建設工事、法面保護工事、地盤改良工事、ビル新築工事、構造物建築工事の肌落ち、土砂崩壊、転倒、倒壊、爆発災害とかなり限定的ではあるが、同種工事の同種災害については、本質的安全設計方策を含めて再発防止対策を提案することができたと

考えている。これまでの取り組みでは、どうしても工学的対策以下が主な再発防止対策であったが、本質的安全設計方策まで言及できた意義は大きいと考えている。

これらの本質的安全設計方策は、企画、基本計画、基本設計、実施設計等の企画・設計段階で考慮する必要がある。そのためには、近年、建設プロジェクトのライフサイクルを通して、情報を一貫して管理するために着目されている BIM/CIM を有効に使うことが望まれる。

本研究では、任意の建設プロジェクトファイルに複数のリスクポイントを設置することが可能である。このように、設計段階において想定される全てのハザード/リスクをプロジェクトファイルに配置することで、設計から施工、施工から維持管理へとリスク情報が一貫して活用される仕組みを構築できたと考えている。

また、本研究にて開発したリスクポイントは、BIM/CIM の部品 (ファミリ) の特徴である属性情報 (リスクの種類、リスクの大きさ、対策等) に加えて、パラメトリックに大きさ、色、材料等を変化させることができる。当然ながら、基本設計、実施設計等の各段階で想定されるハザード/リスクが新に出現した場合には、その都度、リスクポイントを新たに配置できる。一方、除去又は許容可能なリスクレベルまで低減できたリスクについては、その旨、属性情報に記載し、色 (マテリアル) を黄色から緑色等に変更すれば良い。

さらに、BIM/CIM のプロジェクトファイルに配置した全てのリスクポイントのリスク情報は、いつ、どの段階においても直ちに一覧表として出力することができる。これ

は、英国やシンガポールの規則^{1), 2)}に謳われているリスク登録表に位置付けることが可能と考えている。

E. 結論

各工事の各種災害について、本質的安全設計方策を含めて再発防止対策を提案することができ、これらの本質的安全設計方策は、企画、基本計画、基本設計、実施設計等の企画・設計段階で考慮する必要がある。そのためには、近年、建設プロジェクトのライフサイクルを通して、情報を一貫して管理するために着目されている BIM/CIM を有効に使うことが望まれる。

そこで、BIM/CIM 図面上にリスクポイントを記載し、一覧表として直ちにリスク情報を管理できるような方法を開発した。具体的には、国内外で BIM/CIM ソフトウェアとして最も利用者の多い Autodesk Revit を採用し、その中の部品 (ファミリ) として、リスクポイントを新たに作成した。リスクポイントは BIM/CIM の図面上で任意の位置に配置でき、リスクの種類、リスクの大きさ、考慮すべきフェーズ、対策等を属性情報として登録可能である。また、配置した全てのリスクポイントの属性情報は、一覧表として直ちに出力することができる。さらに、部品 (ファミリ) として作成したリスクポイントは、Revit を用いている全ての建設プロジェクトにおいて利用可能である。

このように、新たに作成したリスクポイントという部品 (ファミリ) を使用して、設計段階からリスク情報を一貫して管理できる可能性が示唆された。

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), Vol. 77, No. 1, pp. 1-13, 2021.

2. 学会発表

- 1) 吉川直孝, 大嶋勝利, 平岡伸隆, 豊澤康男: 労働安全衛生の観点から見たフロントローディングへの期待(第1回), 仮設機材マンスリー, pp. 30-32, 2021.
- 2) 吉川直孝, 大嶋勝利, 平岡伸隆, 豊澤康男: 労働安全衛生の観点から見たフロントローディングへの期待(第2回), 仮設機材マンスリー, pp. 21-24, 2021.
- 3) 吉川直孝, 大嶋勝利, 平岡伸隆, 豊澤康男: 労働安全衛生の観点から見たフロントローディングへの期待(第3回), 仮設機材マンスリー, pp. 18-22, 2021.
- 4) 大嶋勝利, 高橋弘樹, 吉川直孝, 平岡伸隆: 建設業における安全衛生対策の海外の制度, 安全工学シンポジウム 2021, pp. 168-169, 2021.
- 5) 吉川直孝, 大嶋勝利, 平岡伸隆, 高橋弘樹: 建設業における設計段階からの安全衛生対策の好事例紹介, 安全工学シンポジウム 2021, pp. 158-161, 2021.
- 6) 豊澤康男, 大嶋勝利, 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也: SAFETY II や DX などの最近の建設労働安全の課題について, 安全問題討論会'21 資料集, 安全問題研究委員会, CD-ROM, 2021.
- 7) 吉川直孝: 建設業における英国と日本の違いと今後について, 2021 年度第 1

回建設委員会, 一般社団法人セーフティグローバル推進機構, 令和 3 年 5 月 19 日.

- 8) 吉川直孝: 安全学から見た建設業における安全の課題と今後について, 現場生産性向上分科会, NEC 第二製造業ソリューション事業部ソリューション推進部, 令和 3 年 7 月 6 日.
- 9) 吉川直孝: Issues and future on occupational safety of construction industry in Japan (日本の建設業の労働安全に関する課題と今後の展望), Session K: Construction Engineering and OSH, VISION ZERO SUMMIT JAPAN 2022, May 2022.

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) Construction (Design and Management) Regulation, The National Archives, <https://www.legislation.gov.uk/ukxi/2015/51/data.xht?view=snippet&wrap=true>. (2022 年 3 月 31 日閲覧)
- 2) WSH Council: Workplace Safety and Health Guidelines Design for Safety, https://designforconstructionsafety.files.wordpress.com/2018/05/wsh_guidelines_design_for_safety1.pdf, 2016. (2022 年 3 月 31 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肌落ち災害事例の分析

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 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 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

研究要旨

本分担研究では、トンネル建設工事における肌落ち災害事例を取り上げ、災害事例分析を通じて、トンネル建設工事における設計段階からの適切な安全衛生対策を抽出することを目的とする。そのため、国内外の行政機関等のホームページから、公開されている災害事例に関する有用な公的資料をダウンロードし、それらを分析した。分析に当たっては、機械安全分野で国際的に認められている「危険源から危害に至るプロセス」図を用いて災害事例を分析し、危険源、危険状態、対策の不足等を抽出した。また、機械安全分野のスリーステップメソッド（本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の提供）を用いて、「危険源から危害に至るプロセス」の上流から各安全衛生対策を提案した。さらに、各対策を実行する上で権限のある者を対策の実施者として明確化した。

このような分析結果から、トンネル建設工事の肌落ち災害に対する安全衛生対策として、本質的安全設計を含めたリスク低減措置を優先順位毎に提案した。

A. 研究目的

本分担研究では、トンネル建設工事における肌落ち災害事例を取り上げ、災害事例分析を通じて、トンネル建設工事における設計段階からの適切な安全衛生対策を抽出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、公開されている災害事例に関する有用な公的資料をダウンロードし、それら进行分析する方法とした。分析に当たっては、機械安全分野で国際的に認められている「危険源から危害に至るプロセス」図を用いて災害事例を分析し、危険源、危険状態、対策の不足等を抽出した。また、機械安全分野のスリーステップメソッド（本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の提供）を用いて、「危険源から危害に至るプロセス」の上流から各安全衛生対策を提案した。さらに、各対策を実行する上で権限のある者を対策の実施者として明確化した。

C. 研究結果

C-1. 肌落ち災害の概要^{1), 2)}

肌落ち災害の事例として、ここではトンネル建設工事中の地表面陥没を取り上げる^{1), 2)}。実際の災害事例としては肌落ちには分類されない、より広範囲な崩落となったが、その起点は、キーブロックの抜け落ち、つまり肌落ちを起点としているため、ここでは肌落ち災害事例として取り扱う。

同災害では幸いにも作業員、周辺住民、通行人ともに被災はなかった。事故発生が早朝であったことと、施工者が約1ヶ月前に避難訓練を実施していたことが効を奏した。避難訓練は作業員の退避だけでなく、地表面陥没を想定して、

トンネル上部の道路の通行規制をかけるまでを含んでいた。

本災害事例を簡潔に説明する。同建設プロジェクトにおいて、企画・調査・設計段階で、発注者および設計者は、未固結帯水砂層および難透水性風化岩層の存在を把握していた。そのため、難透水性風化岩層を掘削しないよう、トンネルの断面が難透水性風化岩層にかからないよう、トンネルの半円形断面を半楕円形とし、天井の低い扁平な形状とした。

次に、施工段階において、施工者は、より小さなトンネル断面の先進導坑を掘削した。その際、トンネルの天井部分を支えるため先受け工と呼ばれるフォアパイリングを施し、またトンネルの掘削面に対して吹付けコンクリートやボルトを打設し、トンネル側面にもサイドパイプを打設する等の対策を施していた。その後、先進導坑のトンネル断面を拡幅していく工程に進んだ。

しかしながら、災害発生時、難透水性風化岩層の位置が想定よりもトンネル断面に近く、また難透水性風化岩層の層厚も薄かった。そのため、拡幅断面を掘削している時に、難透水性風化岩層から肌落ち（小規模な岩塊が落下すること）があり、未固結帯水砂層の土水圧により掘削面が崩落、その崩落が連続的に地表面にまでおよび、地表面陥没という結果となった。

C-2. 肌落ち災害の「危険源から危害に至るプロセス」に関する分析

ここで、機械分野の「安全学」では広く用いられる「危険源から危害に至るプロセス」のフロー図（図1参照）を用いて、本事例の危険源、危険状態、危険事象等を詳細に検討する。同フロー図は世界的に共通の考え型である^{3), 4)}。同図から、危険源と人が接触する可能性のある場

合に危険状態となり、対策の不足等があれば、危険事象の発生に繋がり、回避を失敗すると、傷害や健康障害といった危害が発生することになる。同フロー図の各項目に対して考えられる対策や対策の実施者を加えると、再発防止について明確な回答が得られる。

同フロー図を同災害に当てはめると図1のようになる。同図は著者らの見解である。危険源はここでは未固結帯水砂層を考える。また、人とは作業員である。一方、周辺住民や通行人まで考えを広げると、トンネル自体が彼らにとっては危険源である。なぜなら、通行人らが通る地面の下に空洞を掘っているからである。位置エネルギーを考えると、その空洞が潰れてしまえば、通行人らはその空洞に落下することになる。未固結帯水砂層と作業員が曝露するような危険状態とは、難透水性風化岩層を隔てて未固結帯水砂層がトンネル上部に位置している状態である。対策の不足等としては、難透水性風化岩層の位置、層厚が想定とは異なることが挙げられる。このため、切羽上部（難透水性風化岩層）からの肌落ちという危険事象が発生し、水を含んだ流砂、崩落となった。施工者の迅速な判断により作業員、周辺住民、通行人ともに被災はなく、人への傷害および健康障害は回避できたが、地表面陥没により道路、管路等は損傷し、財産および環境への損害（危害）が発生してしまった。

C-3. 同種災害におけるリスク低減措置の優先順位

次に、考えられる対策について示す。機械安全の分野ではスリーステップメソッドとあって、本質的安全設計方策、安全防護、使用上の情報の提供の3つに分類している。このスリーステップメソッドは厚生労働省の掲げるリスクアセ

スメントの手順のうち、リスクの低減措置の優先順位（図2参照）と関係があり、図2の設計や計画の段階における措置が本質的安全設計方策に、工学的対策が安全防護に、使用上の情報の提供が管理的対策及び個人用保護具に対応すると考えられる。厳密には、使用上の情報の提供とは、機械設備の設計・製造者が安全管理に必要な情報を提供することを意味するものであるが、本分担研究では、これを管理的対策に含めることとする。

まず1つ目の本質的安全設計を考えると、路線計画の段階において、未固結帯水砂層および難透水性風化岩層からトンネルを遠ざける対策が最優先で考えられるべきことである。これは図3に示す「空間分離」に該当する。

機械分野では、本質的安全設計を図3のようにわかりやすく概念的に示している³⁾。同図から、危険源に伴う危険区域（例えば、建設機械の稼動範囲）と人の存在区域が接触する領域に「危険状態」が発生する。このような危険状態を回避するには、以下の4つの方法がある。

- (a) 空間分離：例えば、人と建設機械を空間的に完全に分離すること。
- (b) 危険源除去：例えば、建設機械を使用しない工法を採用すること。
- (c) 人の排除：例えば、作業員を一切、現場に立ち入らせず、リモートコントロールにより建設機械を遠隔操作すること。ただし、建設機械が故障し現場に立ち入る必要がある場合には、別途、リスク低減措置を図る必要がある。
- (d) 危険源弱体化（エネルギー低減）：例えば、建設機械の運動エネルギー、位置エネルギーを低減させ、接触したとしても作業員に危害を加えられないエネルギーとすること。

また、未固結帯水砂層を地表面から地盤改良すること、地下水位低下工法を実施すること、遮水工法を実施すること等も重要である。未固結帯水砂層を地盤改良または地下水位を低下させることにより、水の運動エネルギーおよび位置エネルギーが低減するため、これは図3の「危険源弱体化」に該当すると考える。同対策は、発注者が、道路の交通規制を実施できるよう関係機関と調整する必要がある。また、地表面からの地盤改良を発注の仕様書等に盛り込む必要がある。そのようにすれば、施工者は同対策を実施することが可能となる。

2つ目の安全防護について、地表面からの詳細な地盤調査が挙げられる。これも上述したように道路の交通規制が必要な事項であり、発注者が関係機関と調整し、仕様書等に盛り込み、設計者（または調査者）が実施する必要がある。また、先受け工、鏡吹付け、鏡ボルト等の工学的対策も挙げられるが、これらについて施工者は実施していた。さらに、切羽からの切羽前方の地盤改良も考えられるが、地表面からの地盤改良と比較すると、その効果は下がる。

3つ目の使用上の情報の提供（管理的対策）については、点検管理、作業員の教育、緊急事態マニュアル整備、現場の避難訓練が挙げられ、施工者はいずれも実施していた。特に避難訓練については前述したように特筆すべき効果を得た。作業員の教育については、近年、外国人労働者も建設現場で見られるようになってきていることから、行政としても教育機関を充実させる等の施策を打ち出していく必要性を感じる。

このように図1のフロー図、考えられる対策、対策の実施者を概観すると、上流の段階、特に企画・調査・設計段階において、信頼性の高い対策を実施できることがわかる。つまり、地下水を多く含んだ地層を避けた路線計画（空間分

離）、予め地下水位を下げる（危険源弱体化）等の対策を実施することができれば、トンネルの上部に地下水を多く含んだ地層が位置することなく、危険源に人が暴露する危険状態、続いて起こる危険事象の発生を避けることができた可能性がある。

D. 考察

本節では、トンネル建設工事中の肌落ち（落盤）のハザードを例にとり、図4の各項目に対応する対策を具体的に考えてみる⁶⁾。図4はリスク低減措置の優先順位を示しており、上から①物理的にハザード/リスクを除去（Elimination）、②ハザード/リスクの変更（Substitution）、③工学的対策（Engineering Controls）、④管理的対策（Administrative Controls）、⑤個人用保護具（Personal Protective Equipment）である。国内では前述した図2のように厚生労働省も同様にリスク低減措置の優先順位として採用しており、①と②が「設計や計画の段階における措置」に該当すると考えられる。また、海外でも米国において労働安全衛生総合研究所が採用⁷⁾しており、国際的にも認められている。

まず①物理的にハザード/リスクを除去（Elimination）では、そのリスク低減措置として、以下の対策が挙げられる。

1) 帯水層、断層破碎帯等を避けた路線計画

潜在的な亀裂が多い断層破碎帯を通る路線計画においては、穿孔、発破といった施工中のサイクルの中で、切羽の亀裂を進展・拡大させてしまい、場合によっては亀裂が閉合し肌落ちの発生確率を上げてしまう可能性がある。また、前述した災害事例にも代表されるように、トンネル上部に難透水性風化岩層を隔てて地下水を多量に含んだ未固結帯水砂層等がある場合、施

工中にトンネル上部の難透水性風化岩層を掘削してしまい、より上部の帯水砂層の水圧と土圧に耐え切れなくなり、切羽から肌落ちが発生、続いて切羽崩落、地表面陥没といった事象に繋がる可能性もある。そのため、未固結帯水砂層、難透水性風化岩層を避けた路線計画を考慮すべきである。さらに、被圧地下水層がある場合には、同層と空間的にトンネルが繋がってしまうと突発湧水となる場合もあるため、被圧地下水層が路線計画上にある場合にはできる限りそれを避けた路線計画とすべきである。

このようなリスク低減措置は、発注者に権限がある事項であることから、発注者が経済性、施工性、利便性、環境保全等と安全衛生を同じレベルで比較検討し、適切な路線計画を策定する必要がある。また、そのような社会的な枠組み作りが求められる。

2) 機械化の推進

近年、採用数が減少しているが、TBM (Tunnel Boring Machine) を適用した工法も安全衛生の面からは有用である。同工法により、切羽と作業員を空間的に分離できる。また、新しい工法として SENS⁸⁾の採用も積極的に取り入れるべきと考える。SENS とは、密閉型シールド (Shield) により掘削および切羽の安定を図り、並行して1次覆工となる場所打ちコンクリートライニング (ECL) によりトンネルを支保し、NATM のように地山が本来もっている強さを利用するように一次覆工の安定を計測により確認した後、漏水処理工と力学的機能を負荷させない2次覆工を施工 (NATM) してトンネルを完成させる工法 (System) であり、それぞれの頭文字から「SENS」と呼ばれている⁸⁾。

- ・ Shield Tunneling Method (シールド工法)
- ・ Extruded Concrete Lining (ECL 工法)
- ・ New Austrian Tunneling Method (NATM)

・ System

さらに、シールドマシンを適用できる地山であれば、シールド工法の採用も考えられる。

次に、2つ目の②ハザード/リスクの変更 (Substitution) では、そのリスク低減措置として、以下の対策が挙げられる。

3) 適切な掘削方式の選定

発破掘削方式では、地山条件によっては、地山を必要以上に緩めてしまうこともあるため、機械掘削方式を採用することの検討が望まれる。その場合には、機械掘削により生じる遊離珪酸を含む粉塵の最適な換気方式も合わせて検討する必要がある。

4) 掘削断面積の縮小 (ベンチの設置等)

近年、掘削工法としての全断面工法又は補助ベンチ付き全断面工法が採用する機会が増えてきた。切羽面においては、切羽の高さが高くなればなるほど、切羽面中央の押し出し変位は大きくなるのが容易に想像される。土木学会が発行するトンネル標準示方書では、全断面工法は、掘削断面積が「60m²以上ではきわめて安定した地山でなければ適用は困難」とされている⁹⁾。したがって、できる限り切羽面の高さを低く、また掘削断面積を小さくするような措置が、肌落ち災害防止対策として有効である。切羽の高さが低くなれば、岩石の落下距離を小さくできるだけでなく、掘削断面積が小さければ、落ちることのできる最大の岩石自体の大きさも小さいものとなる。

また、全断面工法又は補助ベンチ付き全断面工法を採用し、大型のドリル・ジャンボ等の建設機械を導入していた場合、地山が柔らかくなり切羽の安定が保てなくなった時には、ベンチカット工法に直ぐに段取り替えが困難である。このため、全断面工法又は補助ベンチ付き全断面工法を採用する際には、設計段階から詳細な

地質調査を実施し、トンネル延長全てにおいて切羽の安定が確実に確保できること又は補助工法等により切羽の安定を確保することが必要不可欠である。

6) 補助工法の採用

前述したように、切羽の安定が保てない場合には、天端の補強、鏡面の補強、脚部の補強、地下水位対策、地山補強といった補助工法を積極的に採用すべきである。

3つ目の③工学的対策（Engineering Controls）では、肌落ち災害防止対策に特化した形として、鏡吹付け、鏡ボルト、浮石落とし、さぐり削孔等を挙げた。

4つ目の④管理的対策（Administrative Controls）として、切羽への立入禁止措置、切羽監視責任者の専任、切羽変状計測等を挙げた。特に、切羽は、いつ不安定な岩塊が落ちてくるかわからない場所であり、肌落ちに加えて切羽もハザードであるという意識を持ち、切羽に作業員を立ち入らせる事を原則的に禁止すべきである。しかしながら、現実的には、装薬作業、支保工建込作業、ロックボルト挿入作業等、作業員が立ち入らざるを得ない状況もあるため、前述したように、機械化を推進することが望まれる。

最後に、⑤個人用保護具（Personal Protective Equipment）では、設備的防護対策（バルーン、マット、ネット等）、個人用保護具を列挙した。

再度、図4を全体的に俯瞰すると、特に、①物理的なハザード/リスクの除去（Elimination）及び②ハザード/リスクの変更（Substitution）において、発注者に権限があることが多く、また建設プロジェクトの初期の段階（基本計画、基本（概略）設計等）から検討しなければならない事項（路線計画、工法の選定等）が多いことがわかる。また、掘削断面積、掘削方式、補

助工法等の選定については、実施（詳細）設計の段階で考慮する事項であると考えられ、発注者だけでなく設計者の安全衛生に対する積極的な関与も重要であることがわかる。

設計・施工分割発注方式の場合、設計段階において、発注者及び設計者は、施工時の安全衛生に精通していない場合もある。そのため、トンネル建設工事における基本（概略）設計時のチェックリストを作成した⁶⁾。同チェックリストは、シンガポールの Workplace Safety and Health Guidelines Design for Safety¹⁰⁾を参考にしている。

また、NPO 法人臨床トンネル工学研究所のトンネル安全衛生小委員会では、参考文献2)~6)の考え方を参考に、トンネル建設工事における設計段階からの安全衛生措置に関する基本的なモデルを提案している。その中で、トンネル建設工事に特化した基本（概略）設計時のチェックリストを提示している。同チェックリストは、実際のトンネル建設プロジェクトの設計に係る設計コンサルタントの設計者が作成したものであり、より実務に近い内容になっている。

さらに、同小委員会では、トンネル建設工事におけるリスク登録表の例¹¹⁾も示している。

このように、設計・施工分割発注方式の場合、表1又は表2のチェックリストを参考に、設計段階から発注者と設計者がデザインレビュー会議等で、ハザード又はリスクを特定し、設計段階から対応できるものは対応していくことが望まれる。また、特定されたハザード又はリスクは漏れることなく表3のようなリスク登録表に記載し、次の建設プロジェクトの段階に適切に引き継ぐことが重要である。

E. 結論

本分担研究では、機械安全分野で国際的に認

められている「危険源から危害に至るプロセス」図を用いて肌落ち災害事例を分析し、危険源、危険状態、対策の不足等を抽出した。また、機械安全分野のスリーステップメソッド（本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の提供）を用いて、「危険源から危害に至るプロセス」の上流から各安全衛生対策を提案した。さらに、各対策を実行する上で権限のある者を対策の実施者として明確化した。

このような分析結果から、トンネル建設工事の肌落ち災害に対する安全衛生対策として、本質的安全設計を含めたリスク低減措置を優先順位毎に提案した。同リスク低減措置の優先順位のうち、特に本質的安全設計方策に着目し、これをより一般化させ、基本（概略）設計時のハザード又はリスクのチェックリストを作成した。

このように、設計・施工分割発注方式の場合、チェックリストを参考に、設計段階から発注者と設計者がデザインレビュー会議等で、ハザード又はリスクを特定し、設計段階から対応できるものは対応していくことが望まれる。また、特定されたハザード又はリスクは漏れることなくリスク登録表に記載し、建設プロジェクトの次の段階に適切に引き継ぐことが重要である。

F. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

- 1) 大嶋勝利, 高橋弘樹, 吉川直孝, 平岡伸隆: 建設業における安全衛生対策の海外の制度, 安全工学シンポジウム 2021, pp. 168-169, 2021.
- 2) 吉川直孝, 大嶋勝利, 平岡伸隆, 高橋弘樹: 建設業における設計段階からの安全衛生対策の好事例紹介, 安全工学シンポジウム

2021, pp. 158-161, 2021.

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) 福岡地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没に関する検討委員会, 国立研究開発法人土木研究所: 福岡地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没に関する検討委員会報告書, 平成 29 年 5 月, <https://www.pwri.go.jp/jpn/kentou-iinkai/pdf/houkokusyo.pdf> (2022 年 3 月 31 日閲覧)
- 2) 吉川直孝, 大嶋勝利, 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.
- 3) 濱島京子: 「災害防止の考え方」を伝える教育方法の考察—初学者にリスクアセスメントをどのように説明するか—, 労働安全衛生研究, Vol. 10, No. 1, pp. 25-31, 2017.
- 4) 向殿政男: 入門テキスト安全学, 東洋経済新報社, 228p., 2016.
- 5) 厚生労働省: 事例でわかる職場のリスクアセスメント, <https://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/110405-1.pdf> (2022 年 3 月 31 日閲覧)
- 6) 吉川直孝, 大嶋勝利, 平岡伸隆, 濱島京子, 清水尚憲, 豊澤康男: トンネル建設工事にお

ける設計段階からの安全衛生対策の検討, 労働安全衛生研究, Vol.13, No.1, pp.79-84, 2020.

- 7) The National Institute for Occupational Safety and Health: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html>, Centers for Disease Control and Prevention (2022年3月31日閲覧)
- 8) 長谷川正明, 野口守, 玉井達毅: SENS (シールドを用いた場所打ち支保システム) のコンクリート開発—北海道新幹線, 津軽蓬田トンネル—, コンクリート工学, Vol. 49, No. 1, pp. 106-109, 2011.
- 9) 公益社団法人土木学会編: 2016年制定 トンネル標準示方書[共通編]・同解説 / [山岳工法編]・同解説, 公益社団法人土木学会, 2016.
- 10) WSH Council: Workplace Safety and Health Guidelines Design for Safety, https://designforconstructionsafety.files.wordpress.com/2018/05/wsh_guidelines_design_for_safety1.pdf, 2016. (2019年11月5日閲覧)
- 11) NPO 法人臨床トンネル工学研究所 理事長 特別小委員会 トンネル安全衛生小委員会 : トンネル安全衛生小委員会 活動報告書 ～より安全なトンネル建設のために「再発防止」から「未然防止」への転換～, 106p., 2021.

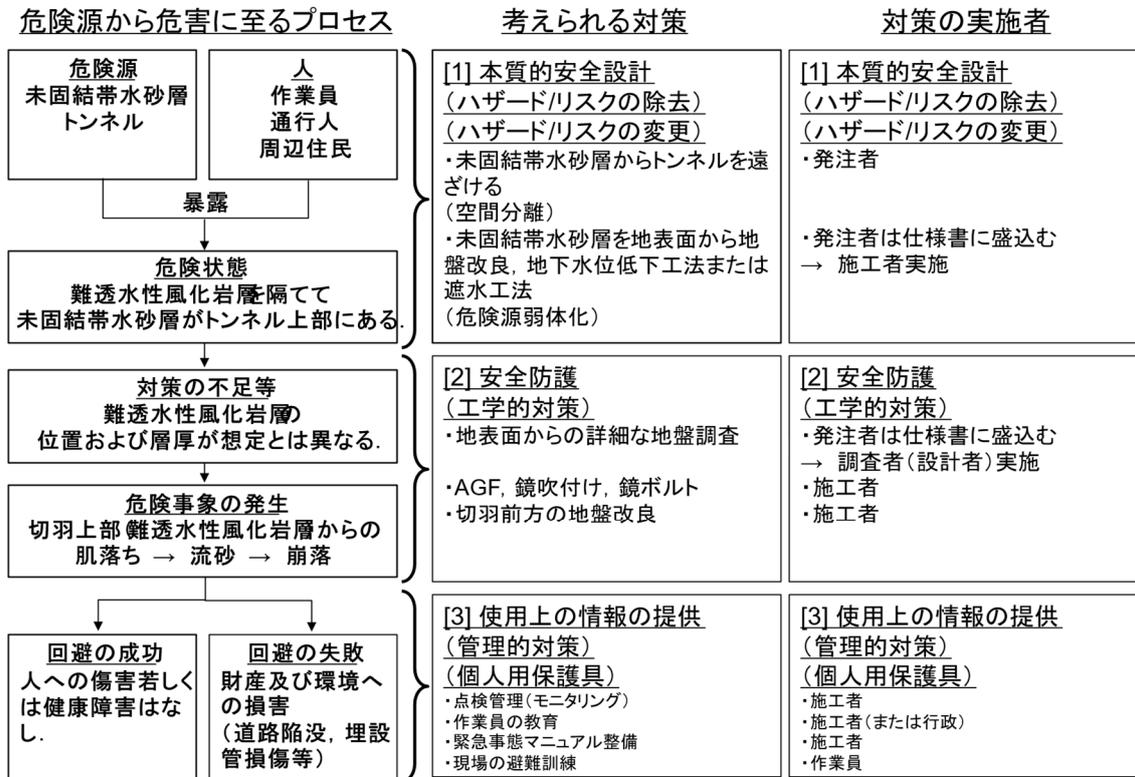


図1 肌落ち災害における「危険源から危害に至るプロセス」²⁾を一部修正

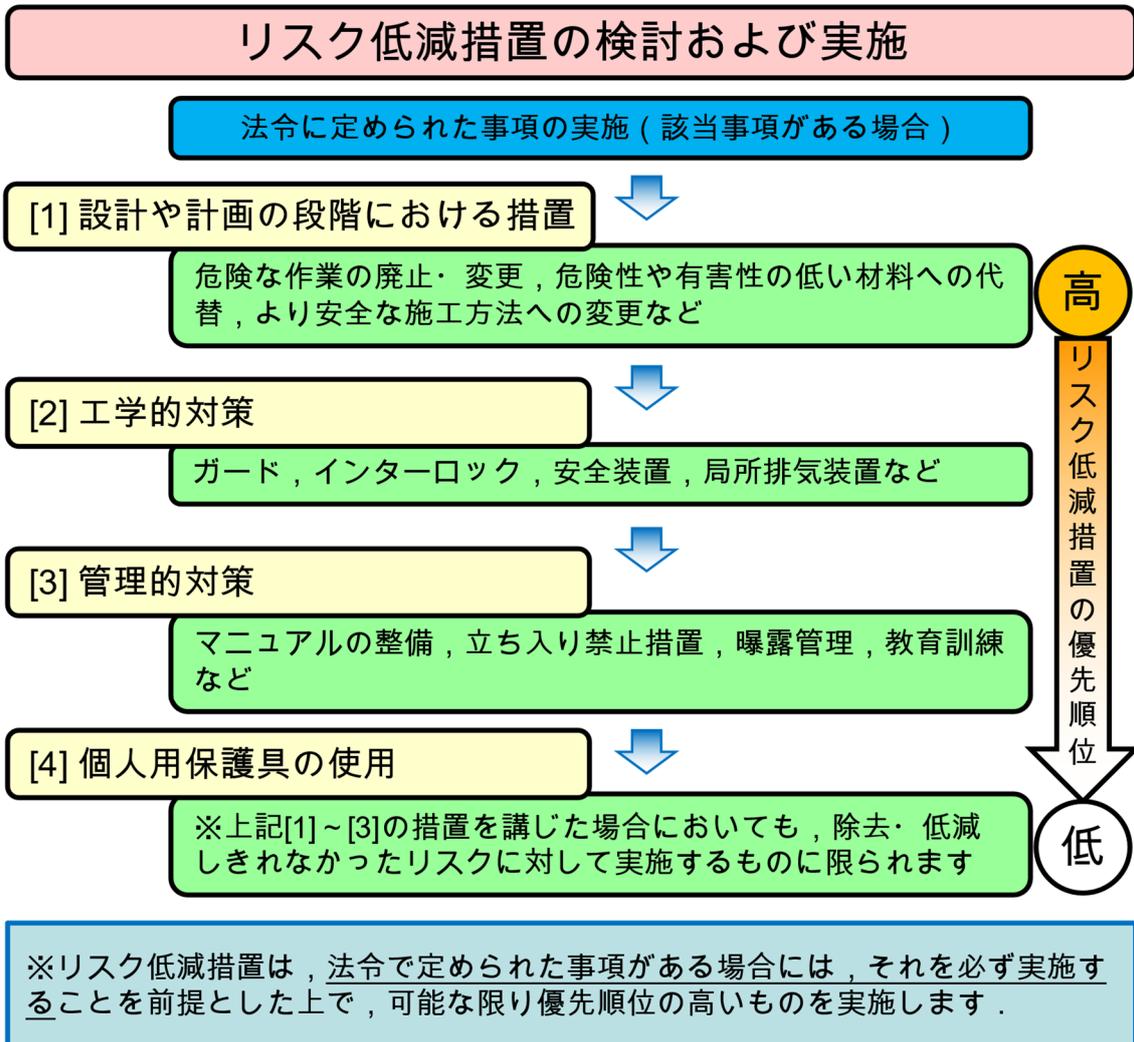


図2 リスクアセスメントの基本的な手順⁵⁾に一部加筆

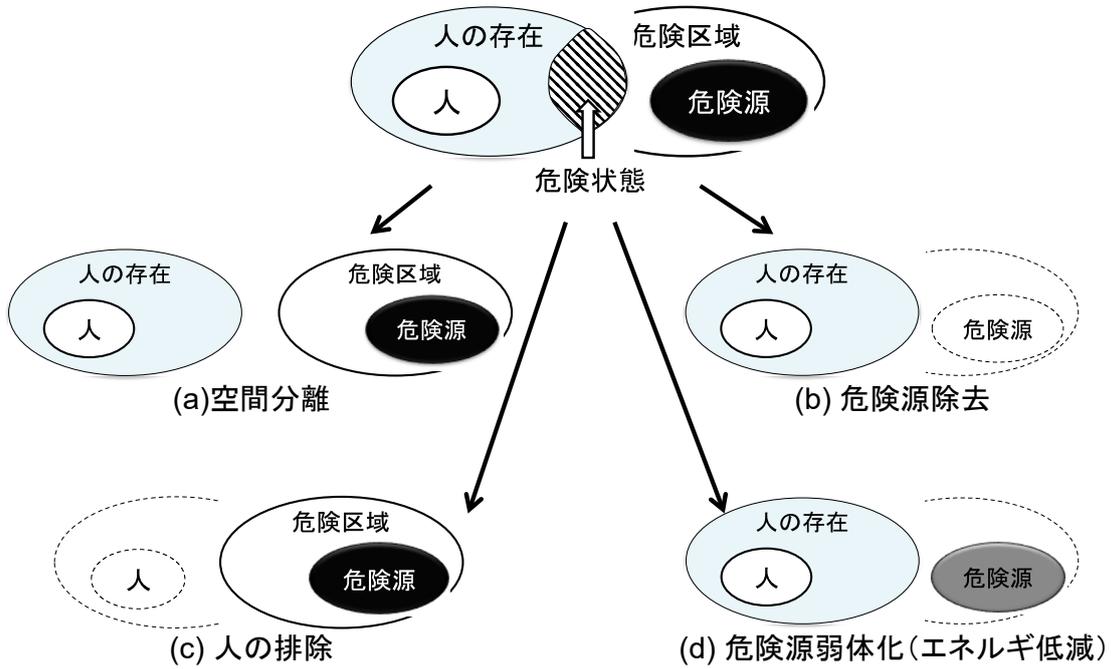


図3 本質的安全設計³⁾を基に作成

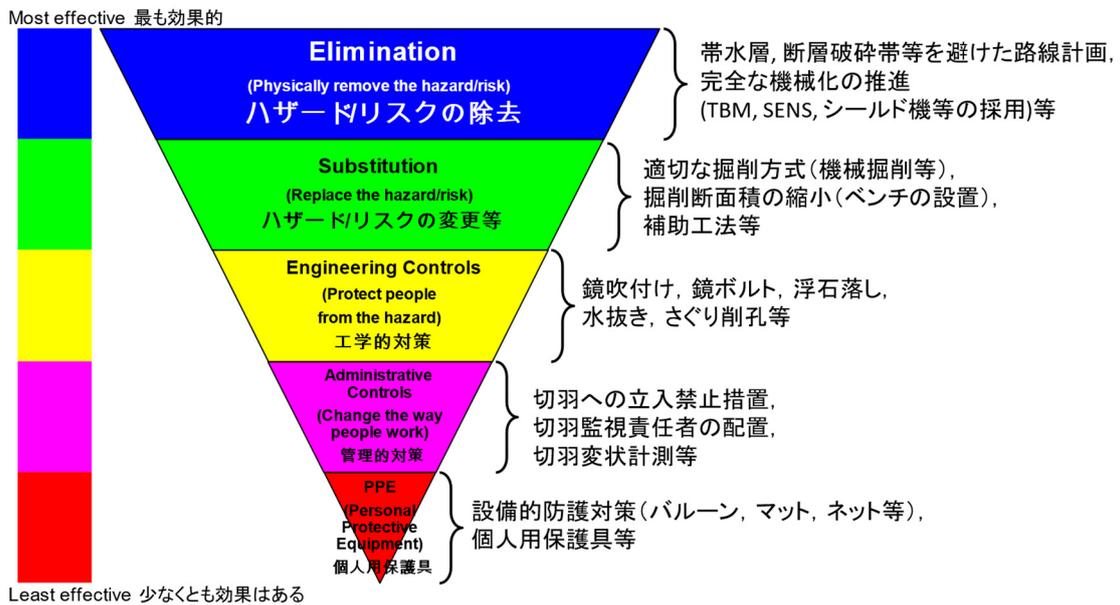


図4 肌落ち災害の同種災害におけるリスク低減措置の優先順位⁶⁾を一部修正

表1 基本（概略）設計の段階におけるハザード又はリスクのチェックリスト⁶⁾

検討事項		特定されたハザードの詳細
<p>用地 (路線) 地質</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 建設プロジェクト用地及び周辺の地質は十分に調査され、地下水位、被圧地下水、帯水層、難透水層、断層、破碎帯等の有無を詳細に把握できているか？ <input type="checkbox"/> 建設プロジェクトの用地（路線）を決定する上で、できる限り被圧地下水、帯水層、断層、破碎帯等を避けた（路線）計画とできているか？ <input type="checkbox"/> 建設プロジェクトの用地買収はすでに終了し、建設に必要な資機材の搬出入を含めて、十分な用地を確保できているか？ <input type="checkbox"/> 建設プロジェクト用地の周辺に浅い基礎の構造物があるか？ <input type="checkbox"/> 地下水面は建設プロジェクトを実行すると低下する可能性があるか？ <input type="checkbox"/> 建設プロジェクトに起因する地盤沈下、地表面陥没が発生する可能性はないか？ <input type="checkbox"/> 地盤沈下、地表面陥没が最小限となるようにするための措置はあるか？ 	
<p>住民</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 建設プロジェクトを実行する上で、周辺住民への影響（騒音、振動、井戸水の枯渇・汚染、基礎の傾斜等）はないか？ <input type="checkbox"/> それらがある場合、影響を最小にするような措置はあるか？ <input type="checkbox"/> 建設プロジェクトを実行する上で、交通（資機材の搬出入経路の交通渋滞等）への影響はないか？ <input type="checkbox"/> それらがある場合、影響を最小にするような措置はあるか？ 	
<p>サービス</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 建設プロジェクトの用地には、撤去又は移転の必要な地下埋設物（電気、ガス、上下水道管等）、地下構造物等はないか？ <input type="checkbox"/> それらがある場合、撤去又は移転することにより、所有者及び周辺住民に対するハザードとなるか？ <input type="checkbox"/> それらがある場合、地下埋設物、地下構造物等への影響を最小にするような措置はあるか？ 	
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 上述した項目に係わるハザード又はリスクを除去又は低減できるような施工方法又は施工手順となっているか？ <input type="checkbox"/> 建設プロジェクトの構造物のメンテナンス時に特別な措置を必要とする事項はないか？ <input type="checkbox"/> その他、予見可能なハザードはないか？ 	

表2 NPO 法人臨床トンネル工学研究所 理事長特別小委員会 トンネル安全衛生小委員会が示した基本（概略）設計の段階におけるハザード又はリスクのチェックリスト¹⁾

分類	検討事項	特定されたハザードの詳細
地質	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> トンネル位置の地質調査が適切に行われ、全般的な地質が適切に評価されているか？ <input type="checkbox"/> 断層・破砕帯、褶曲・乱帯等の局所的な脆弱層の位置・幅・傾斜が適切に把握されているか？ <input type="checkbox"/> 地質調査において不明確な区間（調査の限界、想定困難等）の有無、及びその評価の確実性の程度等の情報が伝達されているか？ <input type="checkbox"/> 坑口部の地質が適切かつ十分に調査されているか？ <input type="checkbox"/> 坑口部および周辺地山の地滑りや斜面災害の有無・可能性が適切に評価されているか？ <input type="checkbox"/> 小土被り部の地質が適切かつ十分に調査されているか？ <input type="checkbox"/> 地下水位、被圧地下水、帯水層、難透水層等が適切かつ十分に調査されているか？ <input type="checkbox"/> 未固結地山、膨張性地山、山はねが生じる地山等の特殊地山が想定される場合に、必要な調査・試験の実施および情報伝達がなされているか？ <input type="checkbox"/> 高い地熱、温泉、可燃性ガス発生等の可能性が確認されているか？ <input type="checkbox"/> 坑口付近における異常出水及びそれに伴う法面崩壊・損壊の可能性が検討されているか？ <input type="checkbox"/> 蛇紋石や角閃石等アスベストの有無に関して、必要な調査・試験の実施および情報伝達がなされているか？ 	
用地	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 掘進方向は上り勾配になっているか？ 否の場合、上り勾配とする余地は無いのか？ <input type="checkbox"/> 仮設ヤードの用地は、設備配置や車両運行等において安全が確保できる必要最小限の面積が確保されているか？ <input type="checkbox"/> 仮設ヤードの用地は、台風・地震等による災害を避けられる安全な場所であるか？ <input type="checkbox"/> 仮設ヤード内の工事用道路は安全な勾配と線形が確保できるか？ <input type="checkbox"/> 進入路は安全が確保できる幅員と勾配が確保できているか？ 	
設計	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 弾性波速度のみならず類似地山での施工実績等を総合的に判断した支保パターン選定となっているか？ <input type="checkbox"/> 支保パターンの選定における不確実性の評価がなされているか？ <input type="checkbox"/> 補助ベンチ付き全断面掘削工法の場合の切羽安定性は適切に評価されているか？ <input type="checkbox"/> ショート・ロングベンチ掘削工法でのベンチ長と機械編成、上下半盤の移動に関する安全性が評価されているか？ <input type="checkbox"/> 切羽に作業員が極力近づくことのないよう、爆薬遠隔装填機、エレクトター付き吹付け機、ロックボルト打設専用機等の積極的な採用が検討されているか？ <input type="checkbox"/> 掘削時に多量湧水が予測される場合の排水計画、地質に応じた路盤の安定対策が検討されているか？ <input type="checkbox"/> 坑口のり面の地質状況に応じた安全な勾配となっているか？ <input type="checkbox"/> 早期閉合を採用する場合の切羽安定および施工の安全に対する配慮がなされているか？ <input type="checkbox"/> 掘削方式の選定において環境対策と掘削の確実性および工期の設定に合理性があるか？ <input type="checkbox"/> 加背割りが施工機械と適合しているか？ <input type="checkbox"/> 坑内において施工機械が安全に離合できるか？ <input type="checkbox"/> 坑内照明は安全に配慮した適切な照度が確保されているか？ <input type="checkbox"/> 支保工脚部地盤の地耐力は検討されているか？ 	

*本チェックリストでは線形計画の変更に係る事項は対象としない。

表3 トンネル建設工事におけるリスク登録表の例¹⁾

設計時 リスク登録表											
プロジェクト名称		〇〇トンネル新設工事			設計データ						
地質調査会社		〇〇調査会社			・〇〇トンネル地質調査報告書						
設計会社		〇〇コンサルタント			・〇〇道路予備設計報告書						
レビュー実施日		〇〇年〇〇月〇〇日 実施段階（初期 中期 最終）									
番号	設計上の課題	リスク	リスク アセスメント			設計対応策 (リスク低減策)	設計段階での 検討レベル	残存リスク		申し送り 伝達事項	報告書 該当箇所
			重大性	可能性	優先度			重大性	可能性		
例	No.〇〇～〇〇 多量湧水が想定さ れる	地山崩落	高	中	高	水抜きボーリング	設計済み	低	低		P.** 図面*/*
例		路盤の泥濘化	中	高	低	設計対応不可	未設計	中	高	施工時に考慮が必要	-
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											

※リスクアセスメント、残存リスクについては高、中、低の3段階で記載する。

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

法面保護改修工事中の土砂崩壊災害事例の分析

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

研究協力者 豊澤康男 東京都市大学総合研究所・客員教授

（一般社団法人仮設工業会・会長）

研究要旨

本分担研究では、モルタル保護工改修工事中の土砂崩壊災害事例を取り上げ、災害事例分析を通じて、法面保護工の維持補修工事における設計段階からの適切な安全衛生対策を抽出することを目的とする。そのため、国内の行政研究機関のホームページから、公開されている災害事例に関する有用な公的資料をダウンロードし、それらを分析した。分析に当たっては、機械安全分野で国際的に認められている「危険源から危害に至るプロセス」図を用いて災害事例を分析し、危険源、危険状態、対策の不足等を抽出した。また、機械安全分野のスリーステップメソッド（本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の提供）を用いて、「危険源から危害に至るプロセス」の上流から各安全衛生対策を提案した。さらに、各対策を実行する上で権限のある者を対策の実施者として明確化した。

このような分析結果から、法面保護工の維持補修工事における土砂崩壊災害に関する安全衛生対策として、本質的安全設計を含めたリスク低減措置を優先順位毎に提案した。

A. 研究目的

本分担研究では、法面保護工の維持補修工事における土砂崩壊災害事例を取り上げ、災害事例分析を通じて、法面保護工の維持補修工事における設計段階からの適切な安全衛生対策の抽出を目的とする。

B. 研究方法

本分担研究では、国内の行政研究機関のホームページから、公開されている災害事例に関する有用な公的資料をダウンロードし、それらを分析する方法とした。分析に当たっては、機械安全分野で国際的に認められている「危険源から危害に至るプロセス」図を用いて災害事例を分析し、危険源、危険状態、対策の不足等を抽出した。また、機械安全分野のスリーステップメソッド（本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の提供）を用いて、「危険源から危害に至るプロセス」の上流から各安全衛生対策を提案した。さらに、各対策を実行する上で権限のある者を対策の実施者として明確化した。

C. 研究結果

C-1. 法面保護工の維持補修工事中の土砂崩壊災害の概要¹⁾

鉄道敷脇地山の崩壊防止のため施工されたコンクリート吹付け面が老朽化したため、それを張り替える工事を行っていたところ、吹付け面のほぼ全面が崩壊し、作業員 7 名が被災した(内訳；休業見込み 30 日：2 名、休業見込み 20 日：1 名、休業見込み 3 日：4 名)。

既設吹付け面を剥がすため、被災日 22 日前からピックハンマー（小型の削岩機）を使用し、既設吹付け面を小割り（50cm×50cm 程

度の正方形に切れ目を入れ、ラスが出現する程度)をしていた。災害発生前日までの間に吹付け面施工範囲の約 75%の小割り作業が終了していた。災害発生当日においては、前日までの作業に引き続いて午前 8:50 から当該作業を開始した。午前 9:00 頃になり、突然前日まで小割りを済ませた上方と推測される辺りから吹付け面と同時に吹付け面の裏側に存在した土砂が崩れ落ち、その後、ラス網がつながっていたため吹付け面のほぼ全面が崩壊し、作業員 7 名も崩壊面とともに滑落した。なお、被災者 7 名の内 3 名は、崩壊直後に親綱が破断してそのまま落下した。残りの 4 名は崩落後も一時親綱にぶら下がった状態になったが、親綱を緊結していた落石防護柵が崩落により抜け落ちるおそれがあったため、自らロリップを外し、崩落斜面を滑り降りて避難した。その際、1 名が後から崩落してきた土砂を被り、腰まで埋まる形となった。崩壊状況を写真 1 に示す。

C-2. 法面保護工の維持補修工事中の土砂崩壊災害における「危険源から危害に至るプロセス」に関する分析

C-2-1 危険源からの危害に至るプロセス

法面保護工の維持補修工事中の土砂崩壊災害における「危険源から危害に至るプロセス」を図 1 に示す。以下、それぞれの過程について示す。

（危険源，人，暴露）

本災害の危険源は、劣化したモルタル吹付、風化岩盤、モルタル吹付裏の土砂化した地山、急な勾配の 4 つである。人は作業員に加えて鉄道の乗客であり、暴露状態として、土砂化した背面地山を有するモルタル

吹付法面の撤去作業を行っていた。具体的には小割作業（50cm×50cm程度の正方形に切れ目を入れ、ラスが出現させて、撤去しやすくする作業）の実施である。

（対策の不足）

土砂化した背面地山を有する法面保護工を撤去する際に実施した小割作業の作業手順が下からの実施であった。土砂化した背面地山からは相応の土圧が法面保護工に掛かっているが、小割作業を行うことによって土圧に対する抵抗力が失われてしまった。

（危険事象の発生）

災害事例としては、土砂化した背面地山（風化土砂）の土圧に耐えられずにモルタル吹付面が崩落した。また、小割したモルタルの剥落や滑落、風化土砂の崩壊等も発生したことが、危険事象の発生だと考えられる。

（回避の成功と失敗）

法面作業中の労働者が崩壊に巻き込まれて7名怪我をした。崩壊時に電車が通過していれば土砂流出による列車の脱線や転覆なども考えられる。回避に成功していれば、作業員は怪我をすることはなかった。状況にもよるが上流側での対策が十分であれば土砂崩壊もなかったと思われるが、上流側での対策が無ければ、土砂崩壊の回避は困難であり、経済的・物理的な損失は免れることはできない。

C-2-2 考えられる対策と対策の実施者

（本質的安全設計）

本質的安全設計（ハザード／リスクの除去）（ハザード／リスクの変更）に関する対策としては、①洞門等の別の対策、②ルート変更、③風化度合の確認調査（地盤調査・サーモグラフィ等）が考えられる。本質的安

全設計に関する対策実施者は発注者が一義的に検討することが必要である。上流での対策には相応の費用が発生することが容易に想像されるため、災害が発生した場合に生じる経済的・物理的・社会的なリスクなどの様々なリスクを考えて決定する必要がある。必ずしも費用が第一とすることが無いように幅広く考える必要がある。

（安全防護）

安全防護（工学的対策）としては、①土砂化した岩盤の処理（固結化（セメント改良・薬液注入等））、②小割しないでできる対策の検討（法枠工・グラウンドアンカー工）が考えられる。これらの対策の実施者は、発注者・施工者が中心となる。工学的対策としての選択肢は幅広いいため、概略の目標は発注者が示し、詳細な工法選択は施工者が提案して、発注者が認める形が理想系だと考えられる。

（使用上の情報の提供）

使用上の情報の提供（管理的対策）（個人用保護具）としては、①作業手順・施工計画、②動態観測による前兆把握・連絡体制、③墜落防護（2丁掛け、ハーネス）が考えられる。管理的対策としては①、②が該当し、個人用保護具としては③が該当する。これらの対策の実施者としては、①については施工者・設計者が検討するものである。また、②は斜面崩壊による労働災害防止に関するガイドラインが該当し、施工者・作業員が確認して、何か問題があれば発注者を含めて対策を検討する必要がある。③は作業員の墜落防止のための適切な墜落制止用器具の使用が考えられる。この対策の実施者は、墜落制止用器具を使用するように指示する元請業者と、工事現場で実際に作業をする施工者・作業

者になると考えられる。

C-3. 同種災害におけるリスク低減措置の優先順位

（ハザード／リスクの除去）

法面保護工の維持補修工事中の土砂崩壊災害の同種災害におけるリスク低減措置の優先順位を図2に示す。リスク低減措置を検討する上で最も優先順位の高いハザード／リスクの除去として考えられるのは、洞門等の設置など別の対策をすることやルート変更である。ロック・シェッドといった洞門等の設置によって崩壊土砂からハード的に鉄道を守ることが可能となる。また、地すべり地に鉄道を開通する場合には、外力に抵抗するハード的な対策が難しい場合があり、その際にはルート変更によってそれらのリスクを解消することが可能となる。土木工事は建築工事と異なり点ではなく面的・線的に構築する必要がある。特に事業計画時に自然災害が発生することがないルートを計画することが、維持補修のフェーズまで影響してくるので、特に重要である。

（ハザード／リスクの変更等）

ハザード／リスクの変更等として、ハザード／リスクを正確に把握する必要がある。そのため、風化度合の確認調査を実施することが必要である。具体的には、直接的に斜面をボーリング調査や、サーモグラフィーによる調査等が考えられる。

（工学的対策）

工学的対策としては、風化土砂の再固結化と別の対策方法の適用が考えられる。土砂化した風化岩盤の処理方法として、セメント改良や薬液注入工法を利用した再固結化がある。また、老朽化した法面保護工を残

存させて対策できる別の方法として、法枠工やグラウンドアンカー工などの実施が考えられる。原則論として法面保護工は岩盤にモルタルを吹き付けるため、抗土圧構造物ではない。しかし、岩盤が雨水浸透や寒暖差によって風化が促進されて土砂化することで、法面保護工に土圧が作用している状態となっている。つまり、設計当初に検討されていない土圧が作用している法面保護工を対策しているという意識をもって対策を行う必要がある。なお、近年では法枠工でも老朽化の問題が生じており、コンクリートの剥落等の問題が報告されている。

（管理的対策）

管理的対策としては、①作業手順・施工計画、②動態観測による前兆把握・連絡体制が考えられる。①については施工の利便性ではなく安全性に配慮した作業手順や施工計画を行うことで災害を防止できる。本災害事例では小割作業を土圧が最も高いと想像される法面下部から実施しており、土砂崩壊の原因となった。土圧が低い法面上部から小割作業をして風化土砂も同時に除去するような作業手順としていけば災害は発生していない。また、②は斜面崩壊による労働災害防止に関するガイドラインがそれに該当する。施工者・作業者が斜面の変状等を確認して、何か問題があれば発注者を含めて対策を検討する仕組みが必要である。

（個人用保護具）

個人用保護具を用いた対策としては、適切な墜落制止用器具の使用が考えられる。墜落制止器具を適切に使用することで、法面保護工が剥落や土砂崩壊が発生しても、作業員が地面に墜落することを阻止できるものと考えられる。ただし、過去には崩壊土

砂に巻き込まれて死亡するような災害も発生しており、完全な対策とは言えない点に注意が必要である。

D. 考察

災害を防止するためには、危険源と人とが暴露しないようにすることが最も効果があると考えられる。本報で示したような線路脇の法面の維持補修工事中の土砂崩壊災害では、風化によって土砂化した岩盤斜面を法面保護工が抑えている状態のところを撤去する作業を行うということが大きなリスクであるため、洞門のようなハード的な対策で崩落しても被害が及ばないようにすることが災害防止に最も効果があると考えられる。また、災害発生頻度が高ければ、そのリスクを除去するためにルート変更することも選択肢の一つとして考えられる。ただし、これらの上流側の対策は、計画段階での精度が要求される。

維持補修工事の除去が困難な場合は、工学的対策として、土砂化した風化岩盤の再固結化や小割作業を行わないで実施可能な対策工の選定が考えられる。管理的対策として、作業手順・施工計画に加えて斜面崩壊による労働災害防止に関するガイドラインのような動態観測による前兆現象の把握や連絡体制の確保が災害防止には有効である。

これらの対策を講じても、危険な事象が発生してしまった場合に、自分の身を守るための最終手段として、個人用保護具である墜落制止用器具の適切な使用が考えられる。

E. 結論

災害を防止するためには、危険源と人と

が暴露しないようにすることが最も効果があると考えられる。本報で示したような線路脇の法面の維持補修工事中の土砂崩壊災害では、風化によって土砂化した岩盤斜面を法面保護工が抑えている状態のところを撤去する作業を行うということが大きなリスクであるため、洞門のようなハード的な対策で崩落しても被害が及ばないようにすることが災害防止に最も効果があると考えられる。また、災害発生頻度が高ければ、そのリスクを除去するためにルート変更することも選択肢の一つとして考えられる。ただし、これらの上流側の対策は、計画段階での精度が要求される。

ハザード／リスクの除去が困難な場合は、工学的対策として、土砂化した風化岩盤の再固結化や小割作業を行わないで実施可能な対策工の選定が考えられる。管理的対策として、作業手順・施工計画に加えて斜面崩壊による労働災害防止に関するガイドラインのような動態観測による前兆現象の把握や連絡体制の確保が災害防止には有効である。

これらの対策を講じても、危険な事象が発生してしまった場合に、自分の身を守るための最終手段として、個人用保護具である墜落制止用器具の適切な使用が考えられる。

F. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

- 1) 豊澤康男, 大幢勝利, 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也 : SAFETY II や DX などの最近の建設労働安全の課題につ

いて、安全問題討論会'21 資料集, 安全問題研究委員会, CD-ROM, 2021.

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：モルタル法面改修工事中の土砂崩壊災害，災害調査報告書，2015年度ホームページ公開，
https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/pdf/saigai_houkoku_2015_03.pdf#zoom=100（2022/01/02 閲覧）



写真1 災害発生現場¹⁾より

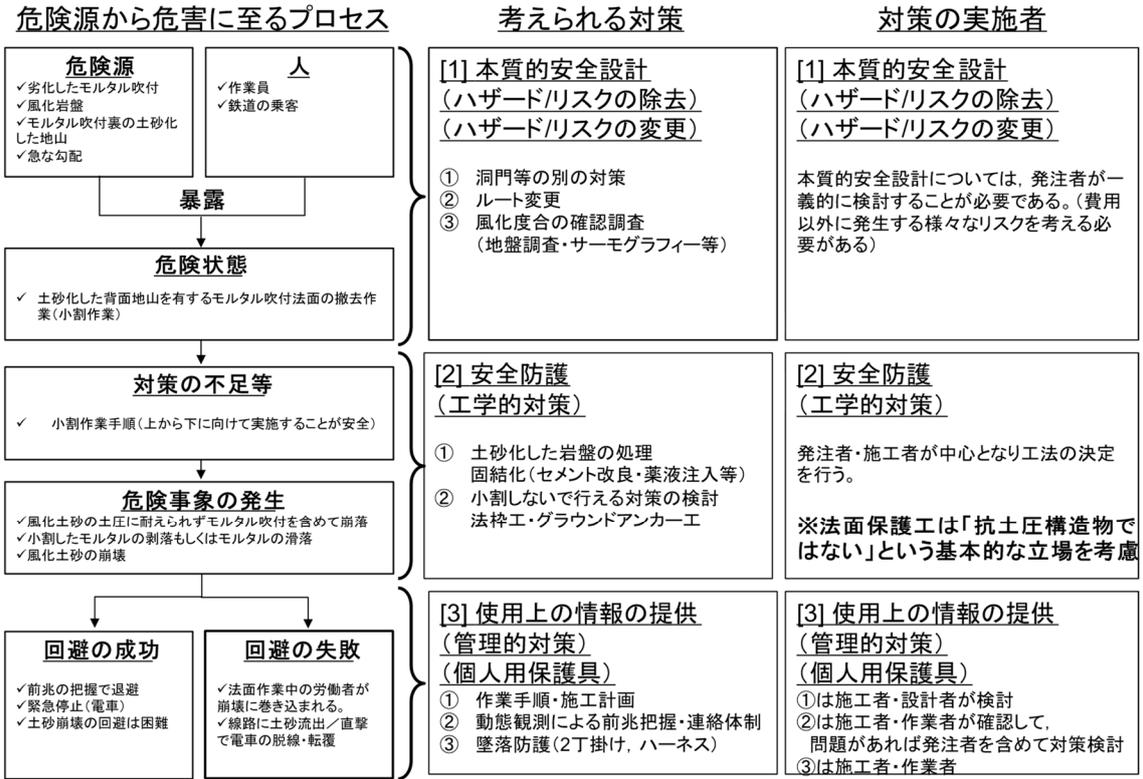


図1 法面保護工事における土砂崩壊災害における「危険源から危害に至るプロセス」

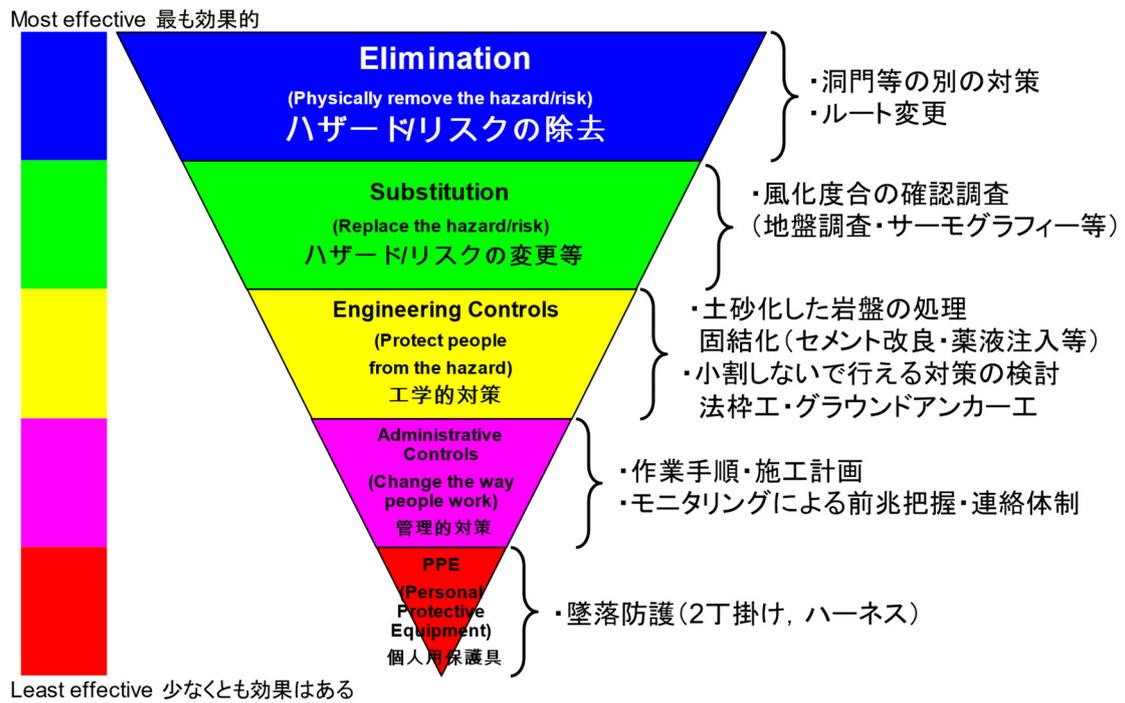


図2 法面保護工事における土砂崩壊災害の同種災害におけるリスク低減措置の優先順位

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建設機械転倒災害事例の分析

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、建物基礎の解体工事における基礎工事用機械の転倒災害事例を取り上げ、災害事例分析を通じて、地盤改良工事等における設計段階からの適切な安全衛生対策を抽出することを目的とする。そのため、国内外の行政機関等のホームページから、公開されている災害事例に関する有用な公的資料をダウンロードし、それらを分析した。分析に当たっては、機械安全分野で国際的に認められている「危険源から危害に至るプロセス」図を用いて災害事例を分析し、危険源、危険状態、対策の不足等を抽出した。また、機械安全分野のスリーステップメソッド（本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の提供）を用いて、「危険源から危害に至るプロセス」の上流から各安全衛生対策を提案した。さらに、各対策を実行する上で権限のある者を対策の実施者として明確化した。

このような分析結果から、地盤改良工事の基礎工事用機械の転倒災害に対する安全衛生対策として、本質的安全設計を含めたリスク低減措置を優先順位毎に提案した。

A. 研究目的

本分担研究では、建物基礎の解体工事における基礎工事中用機械の転倒災害事例を取り上げ、災害事例分析を通じて、地盤改良工事等における設計段階からの適切な安全衛生対策を抽出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、公開されている災害事例に関する有用な公的資料をダウンロードし、それらを分析する方法とした。分析に当たっては、機械安全分野で国際的に認められている「危険源から危害に至るプロセス」図を用いて災害事例を分析し、危険源、危険状態、対策の不足等を抽出した。また、機械安全分野のスリーステップメソッド（本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の提供）を用いて、「危険源から危害に至るプロセス」の上流から各安全衛生対策を提案した。さらに、各対策を実行する上で権限のある者を対策の実施者として明確化した。

C. 研究結果

C-1. 基礎工事中用機械の転倒災害の概要

建物の基礎を解体工事中に基礎工事中用機械（くい抜機）が転倒した。本災害による労働者の被災はなかったが、近接する住宅に物的被害が生じた。本解体工事では、地中のPC杭を抜き取る作業を行っていたが、転倒はくい抜機の位置を変えるための移動中に発生した。災害発生時の地盤支持力を調査したところ、その値は載荷圧力に比べて著しく低いことがわかった。また、くい抜機が転倒した箇所には少なくとも76mm～139mm程度の沈下が認められた。基礎の解体に伴

って掘削と埋め戻しが繰り返される現場が軟弱となりやすいにもかかわらず十分な地盤養生をしていなかったために転倒災害が発生したことがわかった。図1に転倒した基礎工事中用機械の推定位置と状況を示す。

C-2. 基礎工事中用機械の転倒災害の「危険源から危害に至るプロセス」に関する分析

C-2-1 危険源からの危害に至るプロセス（危険源、人、暴露）

基礎工事中用機械の転倒災害における「危険源から危害に至るプロセス」を図2に示す。本研究の危険源は「基礎工事中用機械」である。人は「作業員」および「通行人」、「周辺住民」であり、暴露状態として、機械の転倒エリア内に家屋があったことである。

（対策の不足）

災害発生当日は、作業の打ち合わせの後、工事責任者と機械の運転者が現場内を踏査し、地盤の状態を確認した。当日のくい引き抜き作業の実施が決まり、機械の移動を開始した。しかし、移動開始から間もなく、機械は東方向へ転倒した。

転倒直前の機械の移動経路を図3に示す。機械は「1）」の位置に駐機されていた。この位置から右後方へカーブさせるように後退させたのち、前進した際に左前方側の履帯部分に沈下が生じ転倒した。図のように、機械が駐機されていた部分は敷鉄板が隙間なく敷設されていたが、転倒した付近の敷鉄板は図に示す通り、敷鉄板の間には隙間があることが確認された。このことから、地盤の地耐力を事前に把握していなかったことに加え、敷鉄板が適切に敷設されていなかったことも機械が転倒した一要因と考え

られる。

（危険事象の発生）

災害の発生後に実施した地盤調査の結果から、災害発生現場の地耐力は機械の接地圧よりも低いことがわかった。また、敷鉄板の敷設状況は「重ね敷き」ではなく「1枚敷き」であり、敷鉄板の間には隙間が確認された。このことから、災害発生現場の地耐力が低かったことや、敷鉄板の敷設が適切でなかったことなど、複数の要因が重なって、機械は転倒に至ったと考えられる。

（回避の成功と失敗）

基礎工事用機械が転倒し、災害の回避に失敗したため、当該ケースでは近接する住宅に物的被害が生じた。回避に成功していれば、住宅に物的被害が生じることはなかった。

C-2-2 考えられる対策と対策の実施者

（本質的安全設計）

本質的安全設計（ハザード／リスクの除去）（ハザード／リスクの変更）に関する対策としては、基礎工事用機械を使用しない工法を選定することや、不安定な構造の機械を使用しないことである。

杭の引き抜き工事では、三点式パイルドライバ（大型くい打機）が用いられることが多いが、当該機械は重心位置が高く、構造的に不安定である。そのため、重心位置がより低い位置にある、リーダー長が短い機種を選定することや、クローラークレーンやラフテレーンクレーン等の移動式クレーンを使用する工法を選定する必要があると考えられる。この対策の実施者は、工事の計画を行う元請業者であると考えられる。

（安全防護策）

安全防護（工学的対策）としては、地盤調査を行い、現場の地耐力を予め把握する必要があると考えられる。地盤調査の実施者は、元請業者であると考えられる。また、地盤調査の結果から、セメント安定処理や砕石および敷鉄板の敷設等、安全対策を講じる。これらは元請業者と施工者が協議して実施する必要がある。

（使用上の情報の提供）

使用上の情報の提供（管理的対策）としては、機械が転倒した際の避難する方向を確認し、監視人を配置して、転倒の危険性がある際に作業者に知らせるなどの対策が考えられる。この対策の実施者は元請業者と施工者が考えられる。（個人用保護具）による対策としては、保護具では防ぎきれないため、現実的には保護具で被災を低減させることは不可能と考えられる。

C-3. 同種災害におけるリスク低減措置の優先順位

（ハザード／リスクの除去）

基礎工事用建設機械の転倒災害の同種災害におけるリスク低減措置の優先順位を図4に示す。リスク低減措置を検討する上で最も優先順位の高いハザード／リスクの除去として考えられるのは、基礎工事用機械を利用しない工法を選択することである。くい打機等の基礎工事用機械は重心が高い位置にあり、不安定な構造をしているため、基礎工事用機械を利用しない工法を選択することで機械転倒によるリスクを除去することができる。

（ハザード／リスクの変更等）

ハザード／リスクの変更としては、リーダー長の短い基礎工事用機械を選定するこ

とが考えられる。リーダー長の短い機種は、重心が低い位置にあり安定性の高い構造であることや、クレーンが転倒した際の被災エリアを小さくすることが可能となる。

（工学的対策）

工学的対策としては、地盤調査を行い現場地盤の地耐力を事前に把握し、機械を設置した際に発生する沈下量を推定して、発生する沈下量が大きい場合は、セメント安定処理により地盤の強度を高くする必要がある。セメント安定処理に加え、砕石を一定の厚さ敷設することで機械の接地圧を低減することができる。また、地表面に敷鉄板を敷設することで、地盤の局所的な崩壊を防止することが可能となる。このように、建設機械の転倒防止策として敷鉄板の敷設は必要不可欠である。

（管理的対策）

管理的対策としては、適切な施工計画の作成と計画に準じた作業の実施に加え、機械の移動時や作業時に転倒危険エリアへの立ち入り機禁止措置を講ずることが重要と考えられる。また、監視人を配置し、転倒しそうな場合に作業者に警告するなどの方法も有効と考えられる。この場合、避難する方向を事前に確認する必要がある。しかしながら、基本的には、機械の転倒エリアに作業者が立ち入らないよう措置を講ずることが重要と考えられる。

（個人用保護具）

個人用保護具を用いた対策としては、建設機械の転倒時に機械の直撃に対して有効な保護具は現状存在しない。本ケースにおいては、保護具で災害を防止することは現実的に不可能であると考えられる。そのた

め、被災しないためには避難を前提とした対策が必要と考えられる。

D. 考察

基礎工事中用機械の転倒原因の多くは設置地盤の地耐力（支持力）不足によるものであるが、その背景にはトップヘビーな構造を有しながら自走すること、設置される場所が、杭基礎の施工現場など基本的に軟弱地盤であるケースが多く、潜在的に危険な要因が存在する。この災害を防止するためには、基礎工事中用機械を使用しない工法を選定することが重要である。しかしながら、代替的な方法が選択できない場合は、工学的な対策として、事前に地盤調査を行い、現場地盤の地耐力を求めて、機械の接地圧に対して沈下が発生しないよう、地盤をセメント改良することや、砕石および敷鉄板を敷設して接地圧力を低減させる必要があると考えられる。

E. 結論

災害防止のための最も効果的な方法は、ハザード／リスクの除去であり、基礎工事中用建設機械の転倒災害においては、基礎工事中用建設機械を使用しない工法を選択することである。

ハザード／リスクの除去が困難な場合は、リーダー長の短い（安定性の高い）基礎工事中用機械を選定することで、転倒のリスクを低減することが可能と考えられる。その他、地盤調査を行い、地盤の地耐力を正確に把握することによって、機械の転倒防止に必要な地盤養生等、工学的対策を講じることができる。

管理的対策としては、適切な施工計画の

作成と計画に準じた作業の実施に加え、機械の移動時や作業時に転倒危険エリアへの立ち入り機禁止措置を講ずることが重要と考えられる。その他、監視人を配置し、転倒しそうな場合に作業者に警告するなどの方法が有効と考えられる。この場合、避難する方向を事前に確認する必要がある。基本的には、機械の転倒エリアに作業者が立ち入らないよう措置を講ずる必要があると考えられる。

基礎工事用機械の転倒災害の多くは、事前に地盤調査を実施しておらず、目視や踏査のみで安全性を検討していた事例である。地盤調査を行い、客観的な評価を行うことで当該災害のリスクは大幅に低下すると考えられる。

https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/pdf/saigai_houkoku_2018_03.pdf#zoom=100（2022年1月11日閲覧）

F. 研究発表

1. 論文発表
該当なし
2. 学会発表
該当なし

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：ビル新築工事現場で発生した型枠支保工の倒壊災害，災害調査報告書，2020年度ホームページ公開，

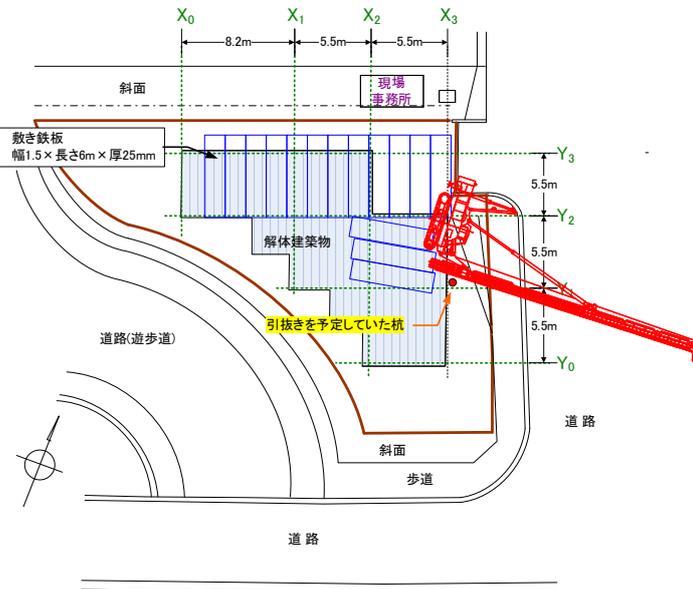


図1 転倒した基礎工事用機械の推定位置と状況



図2 基礎工事用機械の転倒災害における「危険源から危害に至るプロセス」

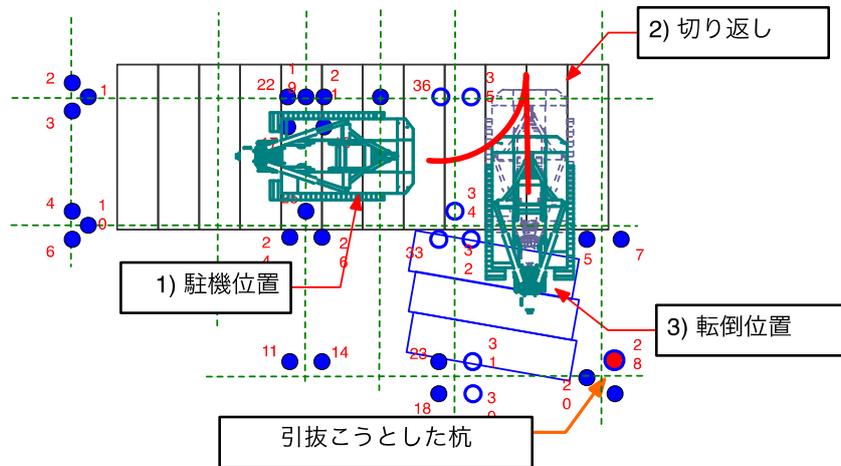


図3 転倒直前の機械の移動経路

Hierarchy of Controls 階層的制御（機械の転倒）

Paul Bussey: CDM201! - A Practical Guide for Architects and Designers, RIBA Publishing, p.31, 2015.

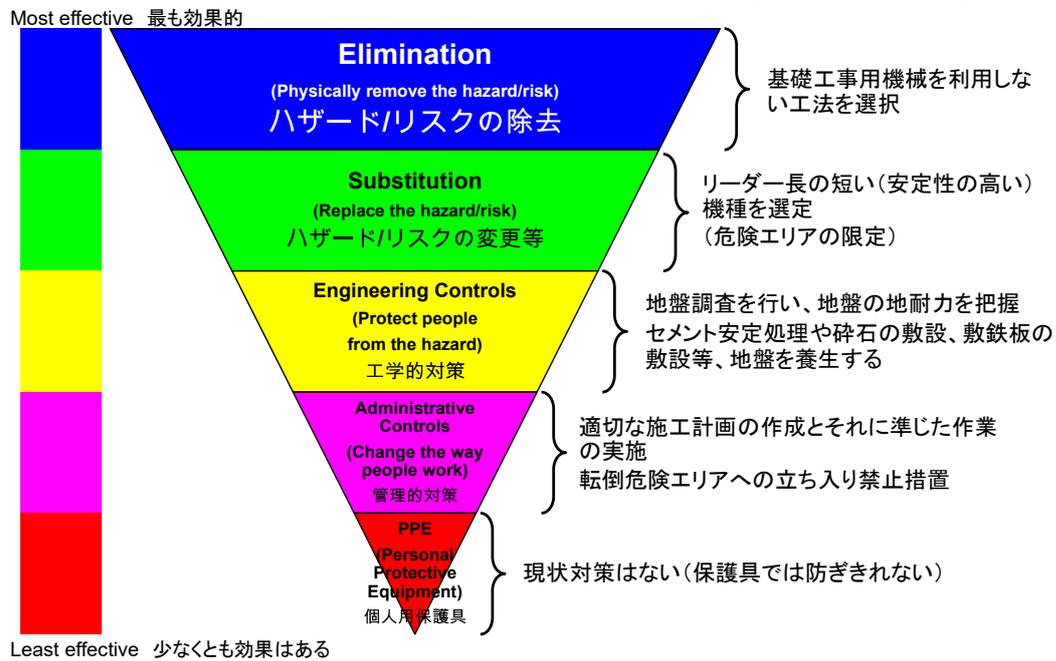


図4 基礎工事用機械の転倒災害の同種災害におけるリスク低減措置の優先順位

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型枠支保工の倒壊災害事例の分析

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、ビル新築工事における型枠支保工の倒壊災害事例を取り上げ、災害事例分析を通じて、ビル新築工事における設計段階からの適切な安全衛生対策を抽出することを目的とする。そのため、国内の行政研究機関のホームページから、公開されている災害事例に関する有用な公的資料をダウンロードし、それらを分析した。分析に当たっては、機械安全分野で国際的に認められている「危険源から危害に至るプロセス」図を用いて災害事例を分析し、危険源、危険状態、対策の不足等を抽出した。また、機械安全分野のスリーステップメソッド（本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の提供）を用いて、「危険源から危害に至るプロセス」の上流から各安全衛生対策を提案した。さらに、各対策を実行する上で権限のある者を対策の実施者として明確化した。

このような分析結果から、ビル新築工事における型枠支保工の倒壊災害に関する安全衛生対策として、本質的安全設計を含めたリスク低減措置を優先順位毎に提案した。

A. 研究目的

本分担研究では、ビル新築工事における型枠支保工の倒壊災害事例を取り上げ、災害事例分析を通じて、ビル新築工事における設計段階からの適切な安全衛生対策の抽出を目的とする。

B. 研究方法

本分担研究では、国内の行政研究機関のホームページから、公開されている災害事例に関する有用な公的資料をダウンロードし、それらを分析する方法とした。分析に当たっては、機械安全分野で国際的に認められている「危険源から危害に至るプロセス」図を用いて災害事例を分析し、危険源、危険状態、対策の不足等を抽出した。また、機械安全分野のスリーステップメソッド（本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の提供）を用いて、「危険源から危害に至るプロセス」の上流から各安全衛生対策を提案した。さらに、各対策を実行する上で権限のある者を対策の実施者として明確化した。

C. 研究結果

C-1. 型枠支保工の倒壊災害の概要

5階建ビルの新築工事において、床スラブのコンクリート打設作業中に、床スラブの下に設置されていた型枠支保工が倒壊し、床スラブが崩落した。このとき、打設作業を行っていた作業員9名が床スラブとともに墜落し、作業員1名が足を骨折した。型枠支保工には、筋交いが設置されていない箇所があり、控えも直角2方向に設置されていなかった。このため、型枠支保工は床スラブを支えるだけの適切な強度を有していなかった。さらに、床スラブの打設量は当初の計画よりも多く、計画より過荷重が型枠支保工に作用していた。

C-2. 型枠支保工の倒壊災害における「危険源から危害に至るプロセス」に関する分析

C-2-1 危険源からの危害に至るプロセス

（危険源、人、暴露）

型枠支保工の倒壊災害における「危険源から危害に至るプロセス」を図1に示す。本災害の危険源は、倒壊した型枠支保工と崩落した床スラブである。人は作業員であり、暴露状態として、作業員が型枠支保工の上で床スラブの打設作業をしていた。

（対策の不足）

型枠支保工には、筋交いが設置されていない箇所があり、控えも直角2方向に設置されていなかった。このため、型枠支保工は床スラブを支えるだけの適切な強度を有していなかった。さらに、床スラブの打設量は当初の計画よりも多く、計画より過荷重が型枠支保工に作用していた。これらより、型枠支保工の強度不足と計画にない床スラブの打設量の増量が、対策の不足と考えられる。

（危険事象の発生）

強度が不足している型枠支保工に、計画よりも重い床スラブの重量が作用して、型枠支保工が倒壊した。型枠支保工が床スラブの重量に耐えられずに倒壊したことが、危険事象の発生だと考えられる。

（回避の成功と失敗）

型枠支保工が倒壊し、災害の回避に失敗したため、作業員が墜落して怪我をした。さらに、型枠支保工が倒壊したことで、型枠支保工と床スラブが破壊した。回避に成功していれば、作業員は怪我をすることもなく、型枠支保工や床スラブも破壊することはなかった。

C-2-2 考えられる対策と対策の実施者

（本質的安全設計）

本質的安全設計（ハザード／リスクの除去）

（ハザード／リスクの変更）に関する対策としては、高所である床スラブ上で作業を行わないということと、床スラブのプレキャスト化・プレハブ化が考えられる。この対策の実施者としては、工事の計画を行う元請業者があげられる。

床スラブの打設は高所ではなく地面で行う、または床スラブは場打ちではなくプレキャスト部材にする等を、設計段階で検討して計画に盛り込むことで、高所作業が減り、災害も減少すると考えられる。床スラブを現場で打設する場合は、現場で作業をする施工者が対策の実施者になる。床スラブをプレキャスト部材とした場合は、部材を工場生産する工場技術者が対策の実施者になる。

また、建物の施工をシステム化・プレハブ化することで、高所作業が減り、災害も減少すると考えられる。システム化・プレハブ化は、更なる技術の推進が必要になるため、技術研究所の研究者や工場の技術者等がこの対策の実施者になると考えられる。

（安全防護）

安全防護（工学的対策）としては、型枠支保工の支柱の本数を増やす、筋交いや控えを設置する等して、想定される荷重に対して型枠支保工の強度を確保することが考えられる。この対策の実施者としては、設計・計画の段階で型枠支保工の強度計算を行う元請業者があげられる。工事現場では、型枠支保工を施工者が組み立てることから、施工者もこの対策の実施者になると考えられる。

（使用上の情報の提供）

使用上の情報の提供（管理的対策）（個人用保護具）としては、床スラブの打設量が計画よりも多かったことから、適切な施工計画の作成とその計画に準じた作業の実施が考えられる。この対策の実施者としては、計画書を作成する

ことから、元請業者が考えられる。実際に工事現場で計画書に準じて作業をするのは、施工者であるので、施工者もこの対策の実施者になると考えられる。

個人用保護具による対策としては、作業員の墜落防止のための適切な墜落制止用器具の使用が考えられる。この対策の実施者は、墜落制止用器具を使用するように指示する元請業者と、工事現場で実際に作業をする施工者になると考えられる。

C-3. 同種災害におけるリスク低減措置の優先順位

（ハザード／リスクの除去）

型枠支保工の倒壊災害の同種災害におけるリスク低減措置の優先順位を図2に示す。リスク低減措置を検討する上で最も優先順位の高いハザード／リスクの除去として考えられるのは、高所作業をしないことであり、高所である床スラブ上で作業を行わないことである。床スラブ上に作業員がいなければ、床スラブが崩落しても、作業員が墜落することはない。

（ハザード／リスクの変更等）

ハザード／リスクの変更等として、床スラブ上で作業を行わないためには、床スラブの打設を地面で実施する、または予め床スラブを工場生産し、プレキャスト化する等が考えられる。このような措置を講じることで、高所での作業を最小限にできると考えられる。また、建物の施工をシステム化・プレハブ化することで、高所作業が減り、災害も減少すると考えられる。

（工学的対策）

工学的対策としては、想定される荷重に対する型枠支保工の強度の確保が考えられる。型枠支保工の支柱本数を増やす、筋交いや控えを設置する等して、想定される荷重に対して型枠支

保工の強度を確保することで、型枠支保工が倒壊することを防止できると考えられる。仮に工事現場で床スラブの打設量が増えることがあった場合は、その増量にも耐えられるだけの補強をして、型枠支保工の強度を確保する必要がある。

（管理的対策）

管理的対策としては、適切な施工計画の作成と計画に準じた作業の実施が考えられる。床スラブの自重や安全率を考慮した適切な型枠支保工の構造設計を行い、工事現場では、構造設計に基づいて型枠支保工を設置することで災害を防止できると考えられる。また、工事現場で施工中に手戻りや床スラブの打設量の変更がないように、施工計画を作り込み、その施工計画に従って作業をすることで災害を防止できるものと考えられる。工事現場では、適切に作業を実行するため作業主任者を配置することも災害防止には有効であると考えられる。

これら以外に、床スラブの設置作業をしているときに、床スラブの落下範囲に作業員の立入禁止措置を講ずることも、安全を確保する上で必要だと考えられる。

（個人用保護具）

個人用保護具を用いた対策としては、適切な墜落制止用器具の使用が考えられる。墜落制止協器具を適切に使用することで、型枠支保工が倒壊して、床スラブが崩落しても、作業員が地面に墜落することを阻止できるものと考えられる。

D. 考察

災害を防止するためには、危険源と人とが暴露しないようにすることが最も効果があると考えられる。本報で示したような墜落災害では、高所で作業をしていたことが最も大きなリスク

であるため、高所作業をしないようにすることが災害防止に最も効果があると考えられる。高所作業をしないためには、施工部材のプレキャスト化等が考えられる。設計段階から災害対策を考慮して、プレキャスト部材を用いた適切な施工計画を立案し、その計画に準じた作業の実施をすることで、災害は減少できると考えられる。

高所作業の除去が困難な場合は、工学的対策として、想定される荷重に対して型枠支保工の強度を確保する必要がある。管理的対策として、工事現場で適切に作業を進められるように、作業主任者配置することも災害防止には有効である。

これらの対策を講じても、危険な事象が発生してしまった場合に、自分の身を守るための最終手段として、個人用保護具である墜落制止用器具の適切な使用が考えられる。

E. 結論

災害防止のための最も効果的な方法は、ハザード／リスクの除去であり、本報のように作業員が墜落した災害においては、高所作業をしないことである。設計段階から災害対策を考慮して、ハザード／リスクを除去するための計画を立案し、その計画に準じた作業を実施することで、災害は防止できるものと考えられる。本報のような災害事例では、部材のプレキャスト化等がリスクの除去になると考えられる。

ハザード／リスクの除去が困難な場合は、工学的対策を講じる必要があり、本報のような型枠支保工の倒壊を防止するためには、想定される荷重に対して型枠支保工の強度を確保する必要がある。管理的対策として、作業主任者を配置して、計画どおりに適切な作業を実施させることも災害防止には有効である。

これらの対策を講じても、危険な事象が発生してしまった場合の最終手段として、墜落制止用器具等の個人用保護具の適切な使用が考えられる。

F. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

該当なし

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：ビル新築工事現場で発生した型枠支保工の倒壊災害，災害調査報告書，2020年度ホームページ公開，

https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/pdf/saigai_houkoku_2020_05.pdf#zoom=100

(2021年7月30日閲覧)

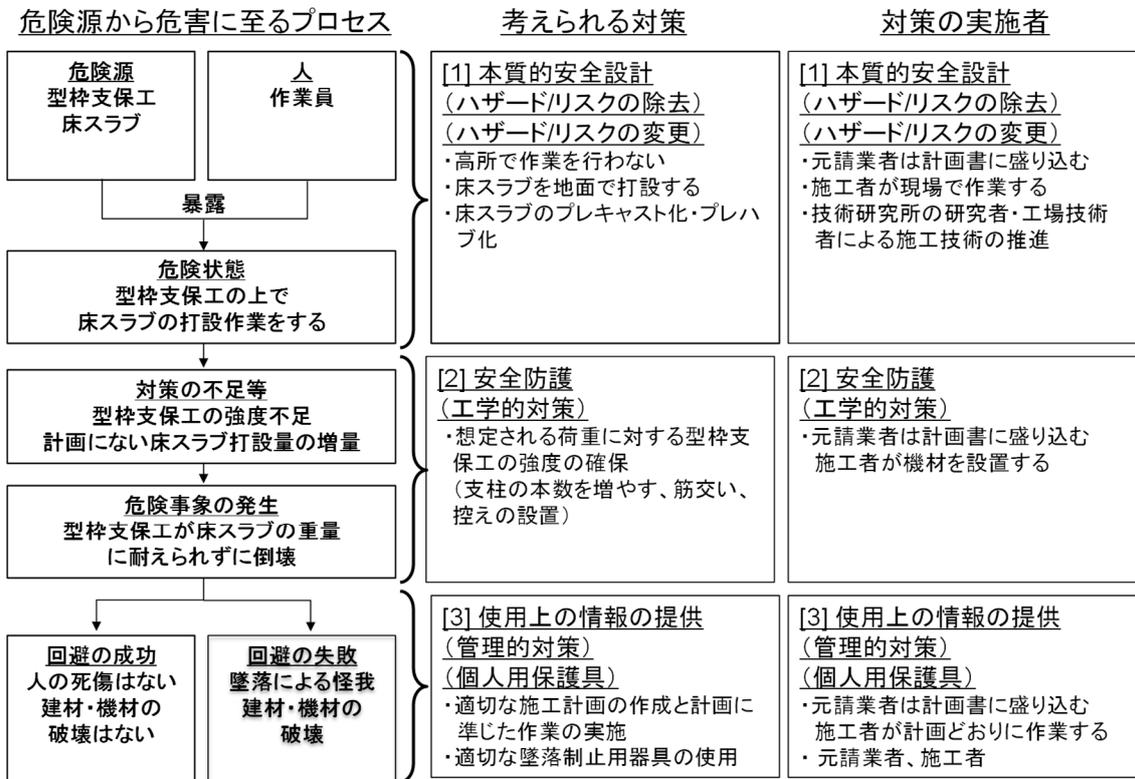


図1 型枠支保工の倒壊災害における「危険源から危害に至るプロセス」

Hierarchy of Controls 階層的制御（崩壊・墜落）

Paul Bussey: CDM2015 – A Practical Guide for Architects and Designers, RIBA Publishing, p.31, 2015.

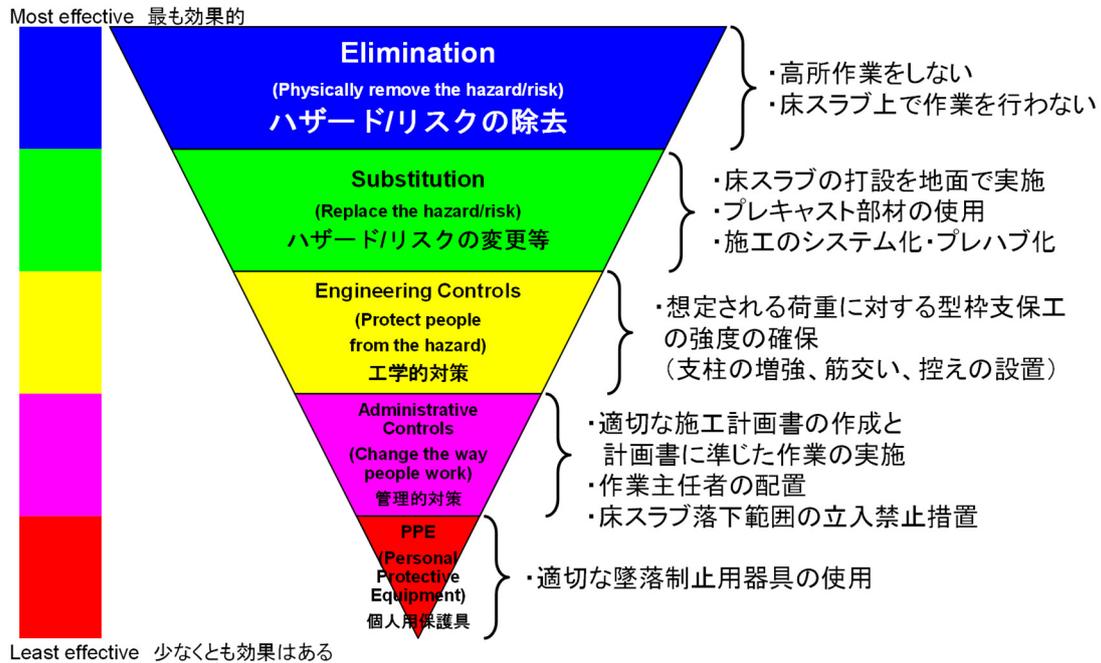


図2 型枠支保工の倒壊災害の同種災害におけるリスク低減措置の優先順位

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

建設地からの可燃性ガス発生による爆発災害事例の分析

研究協力者 佐藤嘉彦 （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

研究要旨

本分担研究では、建物建設工事における建設地からの可燃性ガス発生による爆発災害事例を取り上げ、災害事例分析を通じて、建物建設工事における設計段階からの適切な安全衛生対策の一例を抽出することを目的とする。そのため、国内外の行政機関等のホームページから、公開されている災害事例に関する有用な公的資料をダウンロードし、それらを分析した。分析に当たっては、機械安全分野で国際的に認められている「危険源から危害に至るプロセス」図を用いて災害事例を分析し、危険源、危険状態、対策の不足等を抽出した。また、機械安全分野のスリーステップメソッド（本質的安全設計、安全防护、使用上の情報の提供（本分担研究では「管理的対策」及び「個人用保護具」による対策と読み換える））を用いて、「危険源から危害に至るプロセス」の上流から各安全衛生対策の例を検討した。さらに、各対策を実行する上で権限のある者を対策の実施者として明確化した。

このような分析結果から、建物建設工事の建設地からの可燃性ガス発生による爆発災害に対する安全衛生対策として、本質的安全設計を含めたリスク低減措置の例を優先順位毎に提案した。

A. 研究目的

本分担研究では、建物建設工事における建設地からの可燃性ガス発生による爆発災害事例を取り上げ、災害事例分析を通じて、建物建設工事における設計段階からの適切な安全衛生対策の例を検討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、公開されている災害事例に関する有用な公的資料をダウンロードし、それら进行分析する方法とした。分析に当たっては、機械安全分野で国際的に認められている「危険源から危害に至るプロセス」図を用いて災害事例を分析し、危険源、危険状態、対策の不足等を抽出した。また、機械安全分野のスリーステップメソッド（本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の提供（本分担研究では「管理的対策」及び「個人用保護具」による対策と読み換える））を用いて、「危険源から危害に至るプロセス」の上流から各安全衛生対策を検討した。さらに、各対策を実行する上で権限のある者を対策の実施者として明確化した。

C. 研究結果

C-1. 建設地からの可燃性ガス発生による爆発災害の概要

本分担研究では、2010年3月25日に発生した、当時建設中の「姫路市立網干健康増進センター」での爆発事故を対象とし、当該爆発事故に係る調査・安全対策検討委員会の報告書^{1,2)}を参照して分析を行った。

(1) 建設地及び建設工事の概要

建設工事が進められていた網干埋立地区は、1983年に「公有水面埋立法」に基づいて埋立免

許が認められた公有水面埋立地である。1985年から1999年にかけて約70haの区画に約661万トン（約342万m³）が埋め立てられ、造成されている。埋立柱としては、建設残土、浚渫土砂や建設廃材の他に焼却灰や下水道汚泥等が用いられている。事故後のボーリング調査によれば、浚渫土砂、焼却灰の他、下水道汚泥及び熔融スラグがスポット的に層状に埋め立てられていた。また、事故の分析で熱灼減量や溶解性TOCが認められたことから、有機物が含有されている埋立柱であることが確認された。

上記網干埋立地区に、2006年12月から2010年6月の予定で、エコパークあぼし利用計画が策定された。本計画は、網干埋立地区の152,454m²に、ごみ焼却施設、再資源化施設、姫路市立網干環境楽習センター、姫路市立網干健康増進センター及び芝生広場・緑地帯を造成・建設するものであった。着工時には平均高さがDL（姫路港平均海面位）4.90mであった敷地を、ごみ処理施設の計画地盤高さを4.90m、健康増進センターの計画地盤高さを6.40mとし、集客施設として周囲から眺望に長けた高台の施設として計画された。この造成は、2008年当初から芝生広場造成とともに現場着工し、春先には完了した。事業着手前の敷地高さ4.90mの地表面は50cm以上の良好な土砂でおおわれており、その下部は土砂系が2/3を占めるが、残る1/3は一般・産業廃棄物、浚渫土砂等が埋設されている土層で構成されていた。

健康増進センター本体工事は、2009年5月下旬に、159本の支持杭工事から着手された。その後、基礎・地下ピット工事、鉄骨工を経て、床、躯体、内装、設備工事等が施工されていた。2009年の7月下旬から地下部の掘削が行われた。当該施設の建設にあたっては、地下ピットの有無にかかわらず、地中梁の施工性から地下

ピット底まで全面掘削をしており、掘削によるスラグ上面（DL3.72 m）に近い深さ（DL約4.5 m）まで掘削した後、地中梁を施工後、地下ピットのない箇所は1階床下まで流用土砂により埋め戻しされていた。

事故発生時点では、設備工事のうち、本体に近接する各種ユーティリティ配管工事は、ほとんどが完了していた。配管の種類は、上水道配管、工業用水道配管、電気配管、ガス配管、汚水配管、雨水配管、焼却余熱利用の高温水配管、ろ過水再利用配管等、多種にわたっており、多数の管の埋設工事が健康増進センターの周囲で行われた。また、これらの管で供給される光熱水等を建物内で各設備に利用するため、建物外から前述した地下ピットへ箱抜き孔（スリーブ孔）を通じて配管が多数引き込みされていた。埋設管の施工に関しては、設計仕様で保護用材の使用を義務付けていた。また、設計仕様にかかわらず、施工者側で管の保護を行っているものもあった。これらの保護用材は砕石、砂利、砂、ダスト（砕石滓）等であり、施工箇所周辺の土砂と比べて粒度が均一化していた。主要な管は、健康増進センターの周囲だけにとどまらず、エコパークあぼし敷地全体から配管工事を行っており、周囲の高さが低いところから健康増進センターのある高いところへの施工を行ってきた。

地下ピットについては、地下ピット間での配管が必要な場所はスリーブ孔により連結されていた。発災元となったピットの東側は5 cm厚の捨てコンクリートを打設した後、施工上、地下空間の形態となっていた。また、同ピットの西側は5 cmの捨てコンクリートを打設した後土砂の埋め戻しを行い、地下ピット間の配管を土中埋設していた。

(2) 事故の経緯

健康増進センター本体工事において、床、躯体、内装、設備工事等を施工中の2010年3月25日に事故が発生した。午前9時10分ごろ、ろ過室地下ピット内で配管に保温材を溶着するためにトーチ（小型ボンベ装着ガスバーナー）を使用したところ、爆発が発生した。事故前日（3月24日）には事故が発生したピット内で1名の作業員が溶着に先立つ酸素濃度の計測作業を行っており、通常値（20.2%）であった。また、3月19日には別の地下ピット内で配管保温材溶着作業を行っていた。爆発後の火災は9時21分に覚知され、10時32分に救助が完了し、10時57分に鎮火が確認された。

(3) 被害状況

当該事故における被害状況は以下のとおりである。

1) 建物

鉄骨造2階建延4,045.56 m²のうち約1 m²を焼損し、建物内の約3,000 m²が破損した。各階の区画及び被災状況の概要を図1に示す。図1中の地下の「1」と書かれているピット（以下ピット1と示す）が発災元である。

ピット1上部のマンホールは、事故発生時には開放していた。マンホール枠はねじれており、1階ろ過室天井の配管保護材1 m²が燃焼していた。

ピット2からピット4の1階床は地下での燃焼により圧力が上昇し、床部分が上方に変形して破壊した様相を呈していた。鉄骨にも部分的な歪みが見られた。また、ピット4の上部2階の床及びコンクリート梁の構造物も中央部が上方方向に弓なりになっており、大きな圧力を受けたと考えられる。

ピット4の1階の床は下からの圧力で破壊し、

さらにALC壁材を破壊し、その破片が南方向へ飛び散っていた。また、約10m南側の施設である倉庫、受水槽壁面にも破損が見られた。

ピット8及びピット39の上部床もピット内圧力上昇により破壊していた。

なお、ピット1と、その西隣にあるピット34、ピット37の南半分の1階部分は通路となっているが、床の破損は見られなかった。

2) 負傷者

負傷者は重傷4人、中等症3人、軽傷3人の計10人であった。以下にその詳細を示す。

- ・22歳男性(A)：顔面・両手足熱傷(Ⅱ度)
(重症)
- ・27歳男性(B)：顔面・両手足熱傷(Ⅱ度)
(重症)
- ・58歳男性：下腿骨骨折(重症)
- ・41歳男性：下腿骨骨折(重症)
- ・65歳男性：上腕骨骨折(中等症)
- ・59歳男性：下腿骨骨折(中等症)
- ・41歳男性：右側頭部挫傷・全身打撲(中等症)
- ・25歳男性：顔面打撲(軽傷)
- ・40歳男性：頭部外傷Ⅰ型(軽傷)
- ・51歳男性：頸部捻挫・腰部打撲(軽傷)

上記負傷者のうち、爆発時に最初に着火したと思われるピット1で作業を行っていたのは(A)、(B)の2名であった。このことにより、爆発時に被災者が作業をしていたピット内の可燃性ガスの濃度は燃焼範囲の下限界を超えており、燃焼が生じたものと考えられる。

(4) 事故原因

1) 可燃性ガス及び発生源の特定

爆発現場付近に、爆発に関与するだけの容量のガス容器がなく、また燃焼用のガス配管も敷

設されていないことから、爆発に関与した可燃性ガスは、埋設地から発生したガスであると推定された。

爆発後の土壌コアサンプルの調査により、埋設地内部からガスが発生し、そのガスの主成分はメタンであった。埋設材の調査の結果、メタンを発生した地層としては、浚渫土砂や下水道汚泥が考えられた。それらに含有される有機物が嫌気性発酵(酸素が十分に供給されない状態で生じる発酵のこと)をすることでメタンを主成分とする発酵ガスが発生したと考えられた。なお、有機物による嫌気性発酵では二酸化炭素及び硫化水素も生成すると考えられるが、事故前後には硫化水素の異臭を訴える者がいなかった。これは、硫化水素がほとんど地下ピットには存在していなかったことを示している。硫化水素の水への溶解度が大きいことから、地下水及び雨水に溶解した可能性が高いと考えられる。二酸化炭素も同様に、水溶性のためかなりの量が地下水等に溶解したと思われる。

またガス発生層の調査を行った結果、埋立時に設けたスラグ層にメタンが溜まっていたことが確認された。

2) 可燃性ガスの建物内への流入経路の推定

建物内の周囲には、ユーティリティに必要な複数の地下埋設管が埋設されていた。この管にはわずかな傾斜があり、建物の近くで高く、遠方で低くなっており、雨水等を建物外周の一定の場所に集めるようにしていた。一方、ガスは配管の末端、建物の近接場所に集まるため、配管保護材を通して発酵ガスが建物付近に集まったものと考えられる。また、地表面から深さ約2.3mのところ溶融スラグが埋立された層(厚さ約10~60cmを確認)があり、建物西半分の下部を通っていた。このスラグ部分は空隙が多

く、発酵ガスの通過や滞留が容易であったと考えられる。

地下ピットはいずれも鉄筋コンクリート製でコンクリートを経て下方からメタンが大量に入り込む可能性が小さい。一方、着火点であるピット1は、南、東側を除いてコンクリート壁を経て土壌に囲まれており、その土壌部である西側からスリーブ孔を通じて1本の配管があり、コンクリート壁部分との間に隙間があることが確認された。したがって、その土壌からメタンが流入した可能性が高い。また、この他にピット6北側のスリーブ孔の隙間からの流入も考えられた。

3) ガス爆発の経緯の推定

以上のように流入したメタンを主成分とした可燃性ガスは、各ピット内の空気と混合し、5～15%の爆発濃度の可燃性混合気となった。着火源は、ピット1内で配管用保温材の溶着のために使用したトーチの火炎と考えられる。事故の前日には着火地点のピットで採寸作業を行っているが、トーチなどの着火源を使用するものではなかった。なお、酸素等のガス濃度の測定はされておらず、可燃性ガスの存在につながる情報はなかった。また、3月19日の南側ピットでの作業は事故当日と同様の溶着作業であり、作業前に酸素濃度を測定しているが、20.2%の濃度を測定しており、可燃性ガスの流入につながる情報は得られていなかった。メタンは特定の温度範囲で多く発生することが知られているが、事故前後の地中温度と思われる温度では1日等の短期間に大量の可燃性ガスが発酵で生じることが考え難い。そのため、すでに発生し、土壌、スラグ層に蓄積されていた可燃性ガスが、降水、気圧変動及び地下水水面の変動で移動し、建物に流入したと考えられる。

C-2. 建設地からの可燃性ガス発生による爆発災害の「危険源から危害に至るプロセス」に関する分析

建設地からの可燃性ガス発生による爆発災害の「危険源から危害に至るプロセス」を、機械安全分野のスリーステップメソッド（本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の提供（本分担研究では「管理的対策」及び「個人用保護具」による対策と読み換える））を用いて検討した。

C-1 の爆発災害の概要に示したとおり、当該災害は、以下の経緯により発生したと考えられる。

嫌气的条件となっていた埋立材・埋立地からメタンを主成分とする可燃性ガスが発生

↓

建設中の建物に可燃性ガスが侵入し、蓄積

↓

ピット内に可燃性ガスの予混合気を形成

↓

予混合気を形成したピット内で火気を使用

↓

可燃性ガスの予混合気への着火、爆発

↓

爆発による火炎、爆風、飛散物の発生

↓

建物破壊、人体損傷

ここで、酸素が十分に供給されない条件のことを「嫌气的条件」という。

また、危険源、危険状態、危険事象及び危害はJIS Z 8051等で以下のように定義されている。

- ・危険源：危害の潜在的な源。ISO 12100-1:2014では、危害を引き起こす潜在的根源

- ・危険状態：人、財産又は環境が、一つまたは複数のハザード（危険源）にさらされる状況
 - ・危険事象：危害を引き起こす可能性がある事象。製造業安全対策官民協議会における資料³⁾では、不安全状態及び不安全行動とされている。
 - ・危害：人の受ける身体的障害もしくは健康障害、又は財産若しくは環境の受ける害
- 以上に示した災害の経緯及び危険源、危険状態、危険事象及び危害の定義から、「危険源から危害に至るプロセス」を以下のように分析した。検討結果を図2に示す。
- ・危険源：嫌気性条件となっている埋設材・埋設地
 - ・人：嫌气的条件となっている埋設地での建設作業に携わっている作業員
 - ・危険状態：嫌气的条件となっている埋設材から可燃性ガスが発生する。建設中の建物に可燃性ガスが流入し、蓄積する。
 - ・対策の不足等：可燃性ガス発生防止対策の不足、可燃性ガス流入防止対策の不足、可燃性ガス滞留防止対策の不足、着火源発現防止対策の不足
 - ・危険事象の発生：不安全状態として、可燃性ガスの予混合気の形成。不安全行動として、トーチ（裸火）を使用した溶着作業
 - ・回避の失敗：可燃性ガスの爆発→火炎、爆風、飛散物の発生→建物破壊、人体損傷

C-3. 同種災害におけるリスク低減措置の優先順位

C-2の「危険源から危害に至るプロセス」に関する分析に示したとおり、「対策の不足等」として、可燃性ガス発生防止対策の不足、可燃性ガス流入防止対策の不足、可燃性ガス滞留防

止対策の不足、着火源発現防止対策の不足が挙げられる。それぞれの対策を具体的な対策としたものを以下に示す。なお、以下に挙げた対策はあくまで例であり、以下の例にとらわれず、各事業場、各工事の実情に応じて最も効果的な対策を検討すべきである。

(1) 可燃性ガス発生防止対策

- ・建物建設地の変更
- ・埋設地の準好気性埋立構造への改善
※準好気性埋立構造：埋立地の底部に集排水管を設け、埋立廃棄物層から浸出水を速やかに排出するとともに、空気を埋立地内部に自然に流入するようにした構造のこと

(2) 可燃性ガス流入防止対策

- ・可燃性ガス引抜管の設置

(3) 可燃性ガス滞留防止対策

- ・強制換気設備の設置
- ・ガス抜き孔・通気口の設置
- ・ガス検知器・警報装置の設置

(4) 着火源発現防止対策

- ・防爆構造の電気機器の使用
- ・火気使用の厳密な管理等の着火源発現防止対策
- ・責任者の設置及びガス測定結果に基づく作業開始・中止

また、全体を通じた管理的対策や、災害が発生したことを想定した管理的対策について以下の対策が考えられる。

- ・工事関係者への教育周知
- ・現場内作業者の詳細把握
- ・緊急時体制の作成

以上の対策を、機械安全分野のスリーステップメソッド（本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の提供（本分担研究では「管理的対策」及び「個人用保護具」による対策と読み換える）

に分類すると以下のとおりとなる。以下の(1)、(2)、(3)の順番にリスク低減措置を検討していくことが望ましい。検討結果を図2及び図3に示す。

(1) 本質的安全設計（ハザード／リスクの除去、ハザード／リスクの変更）

- ・建物建設地の変更（空間分離、人の排除）
- ・埋設地の準好気性埋立構造への改善（危険源除去もしくは危険源弱体化）

建物建設地の変更は、設計者により地盤の調査が行われ、その結果許容できないほどの可燃性ガス発生が認められれば、発注者により判断されると考えられる。

埋設地の準好気性埋立構造への改善については、設計者により地盤の調査が行われ、その調査結果を基に改善策が設計者により策定され、施工者により実施されると考えられる。

(2) 安全防護（工学的対策）

- ・可燃性ガス引抜管の設置
- ・強制換気設備の設置
- ・ガス抜き孔・通気口の設置
- ・ガス検知器・警報装置の設置
- ・防爆構造の電気機器の使用

以上の対策は、設計者により設計され、施工者によって実施されると考えられる。

(3) 管理的対策

- ・火気使用の厳密な管理等の着火源発現防止対策

なお、一般的に着火源としては以下の8種類の要因が考えられ、そのそれぞれについて着火源発現防止対策を検討する⁴⁾。

- 1) 電気火花、2) 静電気火花、3) 高温表面、4) 熱放射、5) 衝撃・摩擦、6) 断熱圧縮、7) 裸火、8) 自然発火

- ・責任者の設置及びガス測定結果に基づく作業開始・中止

- ・工事関係者への教育周知
- ・現場内作業者の詳細把握
- ・緊急時体制の作成

以上の対策は、施工者により計画され、実施されると考えられる。なお、これらの対策の計画には、設計者による地盤の調査結果が必要であり、設計者から施工者に確実に伝達されなければならない。

また、爆発・火災災害においては火炎、爆風、飛散物の発生により作業者が被災することとなるが、それらの影響（火炎、爆風、飛散物）を防護するための個人用保護具は、一般的な作業で実用的なものはほぼなく、個人用保護具による防護は困難である。

D. 考察

D-1. 地盤からの可燃性ガス発生についての可能性検討の必要性について

Cにおける事例分析で取り上げた事故の他にも、地盤からの可燃性ガスの発生による爆発事故は複数存在する。特に有名なものを以下に示す。

- ・2012年5月14日に発生した八箇峠トンネル爆発事故⁶⁾
- ・2007年6月19日に発生した渋谷温泉施設爆発事故⁷⁾
- ・2004年7月30日に発生した九十九里町立いわし博物館爆発事故⁸⁾

上にあげた事故は地下に存在した天然ガス貯留層からの湧出が可燃性ガス蓄積の原因となっているが、本分担研究で取り上げた事故のように、埋設材に含有している有機物からの発生が原因となっていることもある。そのため、建物等を建設する際には、資料調査や地中ガス調査を行い、可燃性ガス発生の有無を確認すべきである。

D-2. リスク低減措置の検討方法について

本分担研究では、機械安全分野のスリーステップメソッドを用いて、「危険源から危害に至るプロセス」の上流から各安全衛生対策の例を検討した。スリーステップメソッドは、本質的安全設計方策、安全防护および追加保護方策、使用上の情報の提供の優先順位の順番に従って安全対策を検討する方法であり、リスク低減措置の優先順位を検討し、決定するのに有効な方法である。この優先順位はリスクレベルを下げるのに、より効果が高いリスク低減措置であることを意味しており、この順番に従ってリスク低減措置を検討・実施することが望ましい。

一方、本分担研究でのリスク低減措置の検討では、爆発・火災発生に対するリスク低減措置を「多重防護」の考え方^{4,5)}で検討した。多重防護の考え方の基本は、最初にできる限り a) 異常を発生させないこと、次に、もし異常が発生しても、c) 爆発・火災発生につながらないようにすること、さらに爆発・火災が発生しても、d) 被害をできるだけ小さくすることである。また、不安全状態（可燃性雰囲気形成、着火源発現）となっていることを検知するためのセンサーやアラームなどを b) 異常発生検知手段として併せて設置する。すなわち、危険源から危害に至るまでのプロセスの進行を、多重の防護方法により食い止める考え方を示しており、効果的なリスク低減措置を検討するのに有効である。リスク低減措置を検討する際には、a)～d)のいずれを目的とするのかを明確にしておく、対策のバランスを取りやすい。

爆発・火災防止のための効果的な安全対策を検討する際には、上記の2つの考え方（リスク低減措置の優先順位及び多重防護の考え方）の双方の観点から検討するのが有効である。

D-3. 爆発・火災発生に至るシナリオの考え方について

本分担研究では、特定の災害事例について「危険源から危害に至るプロセス」図を用いて分析した。すなわち、危険源から危害に至るプロセスは定められている。しかし、特定の事例に関わらず爆発・火災に至るプロセスを検討する際には、他の原因による可燃性ガスの発生、着火源の発現を考慮する必要がある。すなわち、災害に至る多数のシナリオが存在するため、それらのシナリオを検討するには、危険源を網羅的に検討し、それにより生じる危険状態から災害に至るシナリオを検討し、同定する必要があることに留意する。

E. 結論

建物建設工事における建設地からの可燃性ガス発生による爆発災害事例を取り上げ、災害事例分析を通じて、建物建設工事における設計段階からの適切な安全衛生対策の一例を検討した。

2010年3月25日に発生した「姫路市立網干健康増進センター」での爆発事故を対象として、「危険源から危害に至るプロセス」を、機械安全分野のスリーステップメソッドを用いて検討した結果、以下のプロセスで危険源から危害に至ったと考えられた。嫌気性条件となっている埋設材・埋設地で建設作業を行ったことで、嫌气的条件となっている埋設材から可燃性ガスが発生し、建設中の建物に可燃性ガスが流入して蓄積するという危険状態となった。可燃性ガス発生防止対策の不足、可燃性ガス侵入防止対策の不足、可燃性ガス滞留防止対策の不足、着火源発現防止対策の不足があったために、不安全状態として、可燃性ガスの予混合気が形成し、その状態下で不安全行動として、トーチ（裸火）

を使用した溶着作業を行ったため、予混合状態となった可燃性ガスが爆発し、火炎、爆風、飛散物が発生し、建物の破壊や人体の損傷という危害が発生した。

その危害に至るプロセスへの対策を機械安全分野のスリーステップメソッドに基づいて分類した結果、本質的安全設計としては建物建設地の変更や埋設地の準好気性埋立構造への改善、工学的対策としては可燃性ガス引抜管の設置、強制換気設備の設置、ガス抜き孔・通気口の設置、ガス検知器・警報装置の設置、防爆構造の電気機器の使用等、管理的対策としては火気使用の厳密な管理等の着火源発現防止対策、責任者の設置及びガス測定結果に基づく作業開始・中止、工事関係者への教育周知、現場内作業者の詳細把握、緊急時体制の作成等が考えられた。これらの対策は、建物建設地の変更については発注者、埋設地の改善、工学的対策及び管理的対策については施工者により実施されると思われる。また、本質的安全設計及び工学的対策については、設計者による詳細な調査・設計が必要となり、管理的対策についても、対策を検討するのに必要な情報（地盤調査の詳細な結果等）を設計者から施工者に確実に伝達されなければならない。

F. 研究発表

1. 論文発表
該当なし
2. 学会発表
該当なし

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) 網干健康増進センター事故に係る調査・安全対策検討委員会，網干健康増進センター事故に係る調査報告書，平成 23 年 1 月，<https://www.city.himeji.lg.jp/bousai/cms/files/contents/0000000/136/20171123125743.pdf>（2022 年 1 月 10 日閲覧）
- 2) 網干健康増進センター事故に係る調査・安全対策検討委員会，網干健康増進センター事故に係る調査報告書資料編，平成 23 年 1 月，<https://www.city.himeji.lg.jp/bousai/cms/files/contents/0000000/136/2017112313138.pdf>（2022 年 1 月 10 日閲覧）
- 3) 製造業安全対策官民協議会，第 8 回製造業安全対策官民協議会 資料 1 サブワーキンググループ（向殿チーム）の検討の今後の方向性（案），令和 3 年 3 月 10 日，https://www.jisha.or.jp/seizogyo-kyogikai/pdf/meetingNo43_01.pdf（2022 年 1 月 10 日閲覧）
- 4) 労働安全衛生総合研究所技術資料，化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施のための参考資料 ー開放系作業における火災・爆発を防止するためにー，JNIOOSH-TD-No. 7（2021）
- 5) 労働安全衛生総合研究所技術資料，プロセスプラントのプロセス災害防止のためのリスクアセスメント等の進め方，JNIOOSH-TD-No. 5（2016）
- 6) トンネル工事における可燃性ガス対策に関

する留意事項について，平成 25 年 3 月 29 日
付け国官技第 333 号

- 7) 特定非営利活動法人失敗学会, 失敗知識データベース, 渋谷シエスパ爆発,
<http://www.shippai.org/fkd/cf/CZ0200803.html> (2022 年 1 月 10 日閲覧)
- 8) 営繕工事における天然ガス対応のための関係官公庁連絡会議編, 施設整備・管理のための天然ガス対策ガイドブック, 2007 年 3 月,
https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000616915.pdf (2022 年 1 月 10 日閲覧)

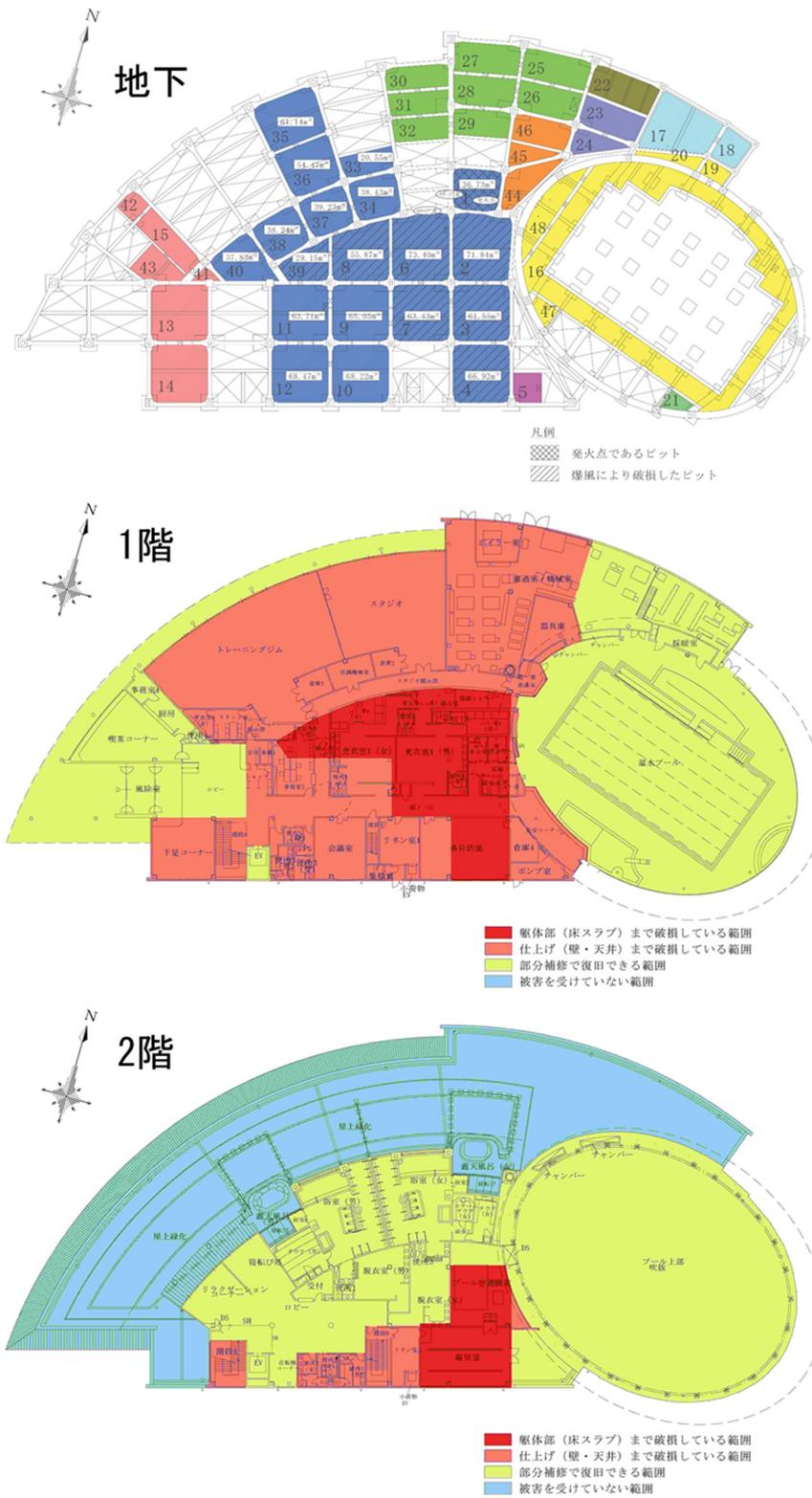


図1 各階の区画及び被災状況の概要²⁾



図2 建設地からの可燃性ガス発生による爆発災害における「危険源から危害に至るプロセス」

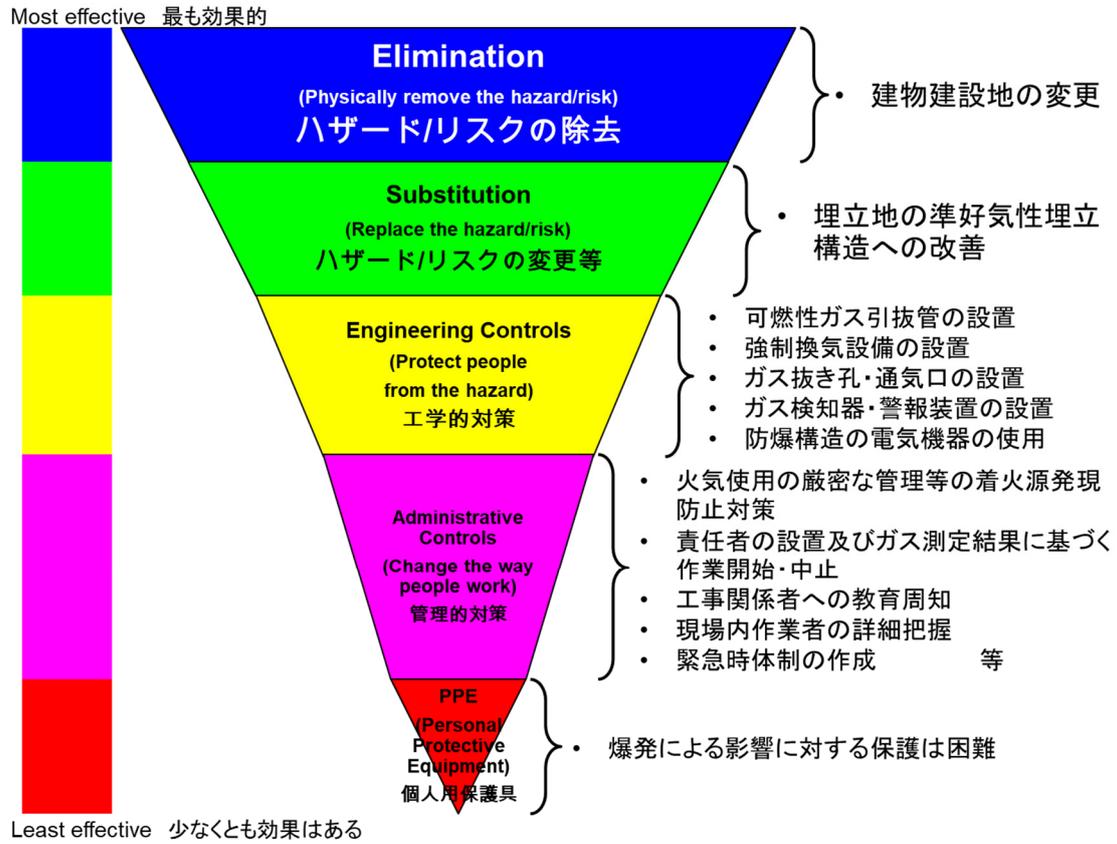


図3 建設地からの可燃性ガス発生による爆発災害の同種災害におけるリスク低減措置の優先順位

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

Building Information Modeling / Construction Information

Modeling (BIM/CIM) の活用

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	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	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	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

これまでの研究成果から、国内外の建設プロジェクトにおいて、企画、基本計画、基本設計等の段階から、**Building Information Modeling / Construction Information Modeling (BIM/CIM)** を活用し、建設プロジェクトの合理化・効率化のため、設計・施工・維持管理・補修・解体等の情報を一貫して管理しようとしていることが明らかとなった。

本分担研究では、施工の合理化・効率化だけでなく、**BIM/CIM** において安全衛生の情報も管理できるよう、**BIM/CIM** 図面上にリスクポイントを記載し、一覧表として直ちにリスク情報を管理できるようにすることを目的とする。そのため、国内外で **BIM/CIM** ソフトウェアとして最も利用者の多い **Autodesk Revit** を採用し、その中の部品（ファミリ）として、リスクポイントを新たに作成した。リスクポイントは **BIM/CIM** の図面上で任意の位置に配置でき、リスクの種類、リスクの大きさ、考慮すべきフェーズ、対策等を属性情報として登録可能なように作成した。また、配置した全てのリスクポイントの属性情報は、一覧表として直ちに出力することができた。さらに、部品（ファミリ）として作成したリスクポイントは、**Revit** を用いている全ての建設プロジェクトにおいて利用可能である。

このように、新たに作成したリスクポイントという部品（ファミリ）を使用して、設計段階からリスク情報を一貫して管理できる可能性が示唆された。

A. 研究目的

これまでの本研究の研究結果から、国内外の建設プロジェクトにおいて、企画、基本計画、基本設計等の段階から、Building Information Modeling / Construction Information Modeling (BIM/CIM) を活用し、建設プロジェクトの合理化・効率化のため、設計・施工・維持管理・補修・解体等の情報を一貫して管理しようとしていることが明らかとなった。

本分担研究では、施工の合理化・効率化だけでなく、BIM/CIM において安全衛生の情報も管理できるよう、BIM/CIM 図面上にリスクポイントを記載し、一覧表として直ちにリスク情報を管理できるようにすることを目的とする。

B. 研究方法

本分担研究では、国内外で BIM/CIM ソフトウェアとして最も利用者の多い Autodesk Revit を採用し、その中の部品（ファミリ）として、リスクポイントを新たに作成する。リスクポイントは Revit の図面上で任意の位置に配置できるように作成し、リスクの種類、リスクの大きさ、考慮すべきフェーズ、対策等を属性情報として登録可能なように作成する。また、配置した全てのリスクポイントの属性情報は、一覧表として直ちに出力できる仕様とする。

C. 研究結果

C-1. BIM/CIM について^{1), 2), 3)}

BIM とは、コンピュータ上に作成した主に三次元の形状情報に加え、室などの名称・面積、材料・部材の仕様・性能、仕上げなど、建築物の属性情報を併せ持つ建築物情報モデルを構築するものである（図1参照）¹⁾。BIM を様々な場

面で活用することで、高品質・高精度な建築生産・維持管理・運用などの実現や、高効率なライフサイクルの実現などを通じた生産性の向上、ビッグデータ化、インフラプラットフォームとの連携など、BIM 活用の幅広い展開による社会資産としての建築物の価値の拡大などが期待されている²⁾。

特に、国土交通省の「建設投資見通し」（令和3年度）によると、我が国の建築分野は建設投資額の約84%（約32.2兆円）が民間の投資額であるなど、民間比率が非常に多くを占めており、公共建築物だけでなく民間建築物でも BIM の活用による生産性向上などを進めることも重要である。一方、土木分野は建設投資額の約24%（約6.0兆円）が民間の投資額である²⁾。

国土交通省では、企画・基本計画から始まる建築物の生産プロセスや維持管理・運用等を含めた建築物のライフサイクルにおいて、BIM を通じデジタル情報が一貫して活用される仕組みの構築を図り、建築分野での生産性向上を図るため、官民が一体となって BIM の活用の推進を図る「建築BIM推進会議」（事務局：国土交通省）を設置（令和元年6月）し、各分野で進んでいる検討状況の共有や、BIM を活用した建築物の生産・維持管理等のプロセスや、BIM のもたらす周辺環境の将来像に関する議論が行われるとともに、将来像に向けた官民の役割分担・工程表（ロードマップ）を令和元年9月に取りまとめた。建築BIM推進会議の構成は図2に詳しい¹⁾。

その中で、建築BIM推進会議は、建築物のライフサイクルにおいて、生産性の向上などにつながるかたちで BIM を活用する上で、標準的に想定されるワークフロー（以下「標準ワークフロー」とする。）と、その活用にあたっての基本的な考え方について、関係する主体の役割・

責任分担を明確化し、共有することを目的とし、「建築分野におけるBIMの標準ワークフローとその活用方策に関するガイドライン」を令和2年3月に定め、それを令和4年3月に改正している²⁾。

同ガイドラインでは、以下のとおり、建築物の設計、施工、維持管理、運用等に係る関係者のメリットを享受、増進することを目的としている²⁾。

- a) 建築物の建築主・所有者・管理者と利用者
- b) 設計や施工、維持管理・運用などの発注者と受注者（設計者、施工者、維持管理者等）

標準ワークフロー等を整理し関係者間で共有することにより、BIM活用の効率的な手順等を共有した上での異なる幅広い主体の協働、BIMを通じ一貫してデジタル情報が活用される仕組み（図3参照）の構築が期待される。また建築分野でBIMが積極的に活用されることで、今後、各主体の役割・責任分担にも変化が生じてくることも想定されるとしている²⁾。

標準ワークフローでは、図4のように、ステージS0～ステージS7までの流れで建設プロジェクトを進めていくことをたたき台として、様々な条件の異なるプロジェクトに柔軟に対応していくことが求められている。

各ステージの業務内容、BIMデータ、設計図書の関係は図5にまとめられている。つまり、S0（企画）→S1（基本計画）→S2（基本設計）→S3（実施設計1）→S4（実施設計2）→S5（施工）→S6（引渡し）→S7（維持管理）という流れを標準ワークフローとしている。

S0（企画）では、業務内容としては事業計画の検討・立案である。S1（基本計画）では、業務内容としては条件整理のための建築計画の検討・立案である。S2（基本設計）では、業務内容としては基本的な機能・性能の設定である。

S3（実施設計1）では、業務内容としては機能・性能に基づいた一般図（平面、立面、断面）の確定である。S4（実施設計2）では、業務内容としては工事的確に行うことが可能な設計図書の作成である。

意匠の各ステージのBIMによる成果物（BIMデータ及び図書）の例を図6に示す。

S0（企画）では、BIMモデルとしては、ボリュームモデル、配置情報、平面情報、断面情報、面積情報である。設計図書としては、計画概要、設計・工事スケジュール等、工事費概算書である。

S1（基本計画）では、BIMモデルとしてはゾーニングボリュームモデル作成、配置情報、ゾーニング平面情報、断面情報、面積情報である。設計図書としては、計画概要、設計・工事スケジュール等、工事費概算書である。

S2（基本設計）では、BIMモデルとしては基本的な機能・性能を定義した空間要素の作成、配置情報、平面情報、断面情報、立面情報、面積情報、仕上情報である。設計図書としては、計画説明書、仕様概要書、設計概要書である。

S3（実施設計1）では、BIMモデルとしては空間要素への仕様情報の追加、配置情報、平面情報、断面情報、立面情報、面積情報、仕上情報等、各種意匠情報、各種構造情報、各種設備情報、意匠、構造詳細情報である。設計図書としては、建築物概要書、仕様書である。

S4（実施設計2）では、BIMモデルとしては空間要素の詳細仕様情報の調整、意匠、構造、設備詳細情報及び各種機器情報の調整、意匠、構造、設備詳細情報、統合プロット（主要な部分）である。設計図書としては、建築物概要書、仕様書、建築各種計算書である。

このように、標準ワークフローでは、各ステージにおける業務内容、BIMデータ、設計図書

等の例を挙げて、様々なプロジェクトに柔軟に対応できるようにたたき台を示している。

C-2. 部品（ファミリー）について

BIM/CIMは、部品を組み立てたり、組み合わせたりしつつ、仮想空間の中に建築物等を構築するものである。Revitでは、仮想空間は[プロジェクトファイル]と呼ばれ、部品は[ファミリー]と呼ばれる。つまり、BIM/CIMとは、仮想空間の中に、部品を使って建築物等を構築する作業である。

ファミリーは様々なカテゴリに分類され、カテゴリには、壁、床、窓、ドア、参照面等がある。カテゴリの分類に基づいた、それぞれ個々の要素がファミリーとなる。壁カテゴリの分類の中には、標準壁、重ね壁、カーテンウォール等があり、それらがファミリーに該当する。BIM/CIMのプロジェクトファイルを作成する上で、ファミリーは必要不可欠な要素である。

なお、これだけではファミリーは属性情報を持たないモデルデータであり、パラメトリックに対応しない形状のみのデータとなってしまう。

BIM/CIMの特徴は、部品（ファミリー）に属性情報やパラメトリックの設定を持たせることにある。つまり、単純なモデルデータ、形状のみのデータの枠組みを超えて、様々な属性情報を持つモデルデータを形成し、パラメトリックに形状、色、材料等を変化できることがBIM/CIMの部品（ファミリー）の特徴である。

本分担研究では、様々な属性情報を有し、パラメトリックに形状、色、材料等を変化できる部品（ファミリー）としてのリスクポイントを作成する。

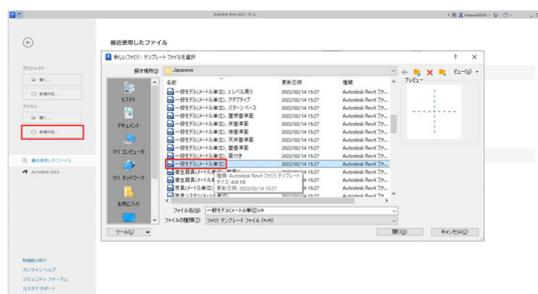
C-3. リスクポイントの作成方法

ここでは、部品（ファミリー）として、リスク

ポイントを作成する方法を示す。部品（ファミリー）の作成方法については、文献4)に詳しい。以下、文献4)を参考に、リスクポイントの作成方法を詳述する。

C-3-1. テンプレートを選擇

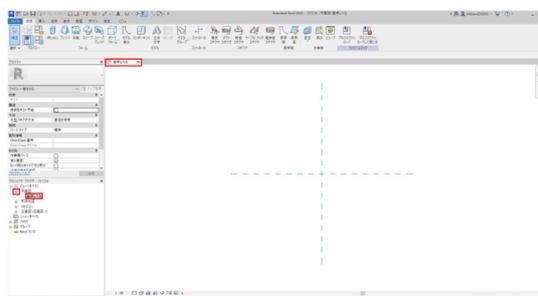
テンプレートとして「一般モデル（メートル単位）」を選擇する。



- (a) Revitを起動し、[ホーム]の[ファミリー]の[新規作成]をクリックする。
- (b) [新しいファミリー-テンプレートファイルを選択]ダイアログボックスから、[一般モデル（メートル単位）.rft]を選擇し、[開く]をクリックする。新しいファイルが開く。

C-3-2. 参照面を作成

ここでは、所定の位置に幅方向の参照面を作成する。

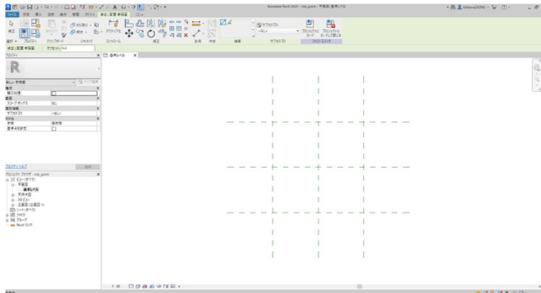


- (a) 画面左下の[プロジェクトブラウザ]の[平面図]の[+]をクリックして展開し、[基準面]が選擇されていることを確認する。

また、[基準面] タブが開いていることを確認する。



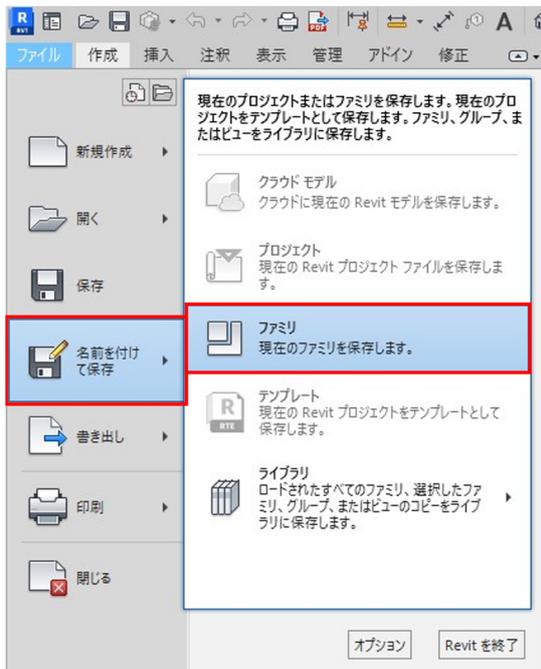
(b) リボンの [作成] タブ→ [基準面] パネル→ [参照面] をクリックする。



(c) [中心 (左/右)] 参照面の左側で始点と終点をクリックし、垂直の参照面を作成する。

(d) 同様に [中心 (左/右)] 参照面の右側にも垂直の参照面を作成する。

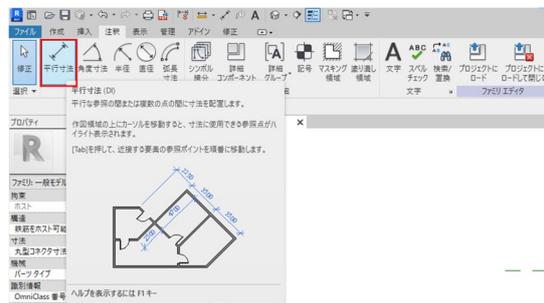
(e) [中心 (正面/背面)] 参照面の上側及び下側でも始点と終点をクリックし、水平の参照面を作成する。



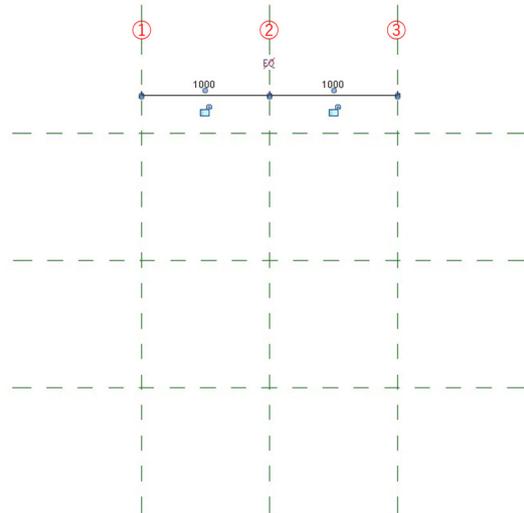
(f) リボンの [ファイル] タブ→ [名前を付けて保存] → [ファミリー] をクリックし、任意の名前でファイルを保存する。ここでは [risk_point.rfa] とした。

C-3-3. 均等テキストラベル (EQ) を設定

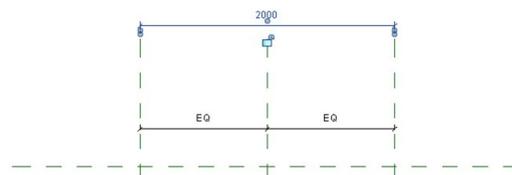
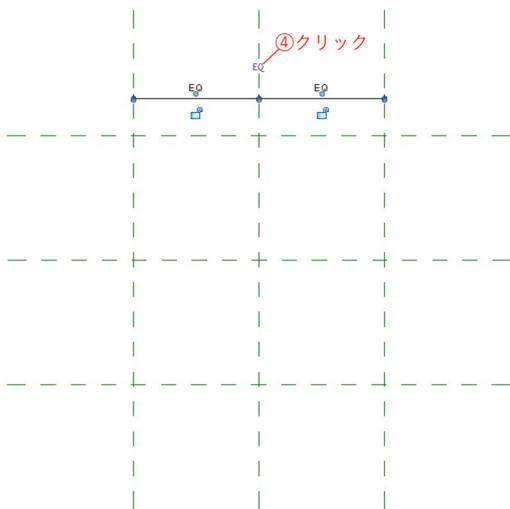
参照面の間隔が均等になるようサイズ変更するため、寸法を作成し、均等テキストラベル (EQ) を設定する。



(a) リボンの [注釈] タブ→ [寸法] パネル→ [平行寸法] をクリックする。



(b) 上図の①→②→③の順に参照面をクリックし、現在の寸法が入力されるので、任意の位置でクリックして表示位置を確定する。

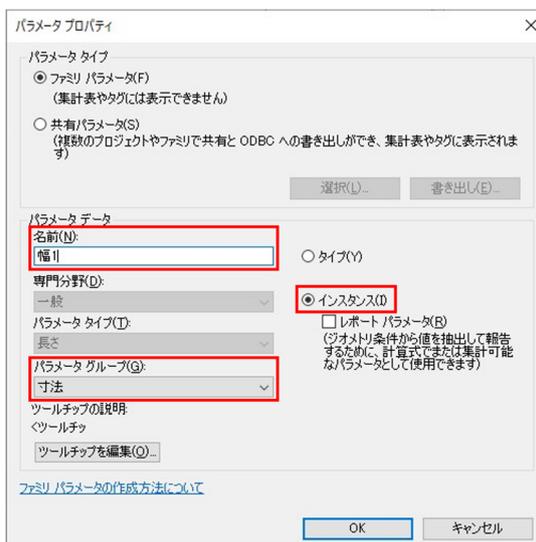
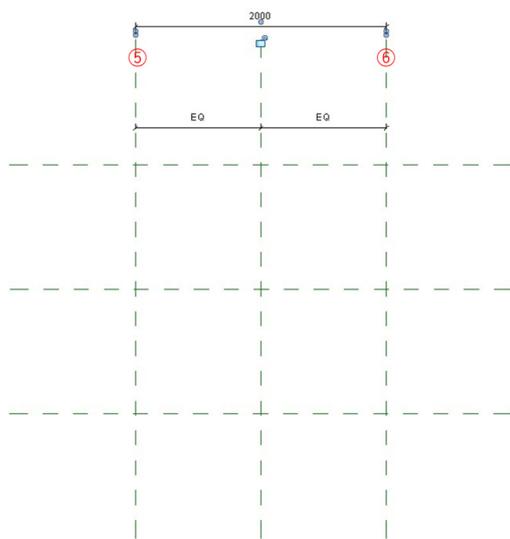


(a) 全体の寸法をクリックして選択する。



(b) リボンの [修正 | 寸法] タブ → [寸法にラベルを付ける] パネル → [パラメータを作成] をクリックする。

(c) 中心を基準として均等になるようサイズ変更するために、寸法付近にある [EQ] マークをクリックする。寸法値が [EQ] に変わり、左右の寸法が対称に変更される。



(c) [パラメータプロパティ] ダイアログボックスが表示される。上図のように設定し、[OK] をクリックする。

(d) 全体の寸法値に、「幅1 = 」と追加されたことを確認する。これによって、プロジェクトファイルにアップロードした際、任意の値を入力することで、リスクポイントの底面の幅を任意に変更することが可能となる。

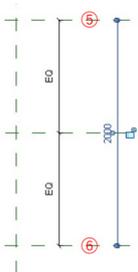
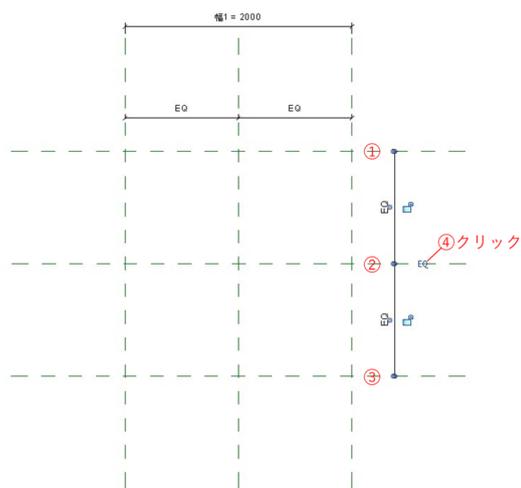
(d) 上図の⑤→⑥の順に参照面をクリックし、全体の寸法が入力されるので、任意の位置でクリックして表示位置を確定する。



(e) リボンの [修正] をクリックする。

C-3-4. 幅のパラメータを設定

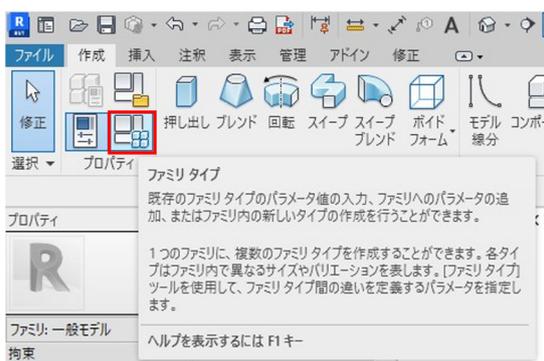
幅のパラメータを設定する。



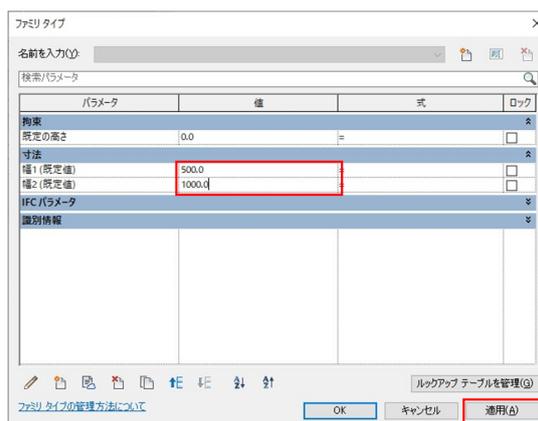
(e) 幅2も同様に「C-3-3. 均等テキストラベル (EQ) を設定」から設定する。

C-3-5. パラメータの動作を確認

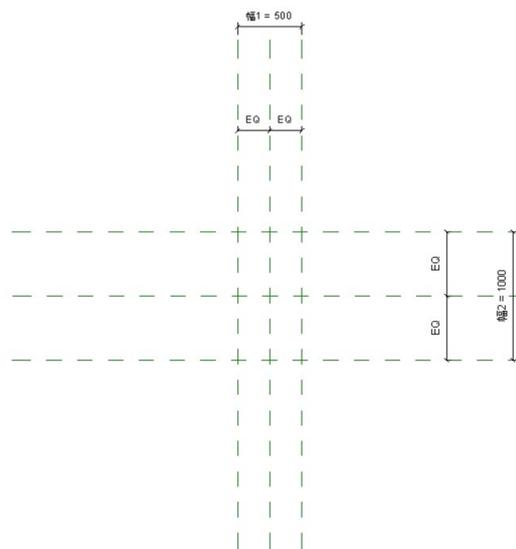
パラメータを設定し、指定したサイズで参照面が移動するか、動作を確認する。



(a) リボンの [作成] タブ→ [プロパティ] パネル→ [ファミリタイプ] をクリックする。



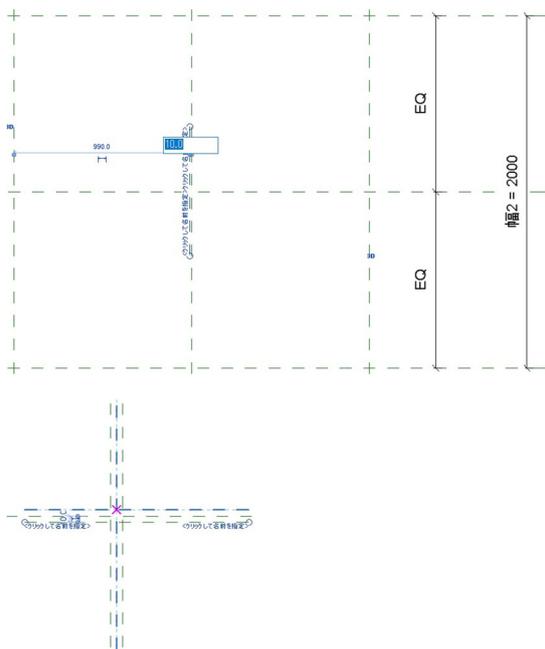
(b) [ファミリタイプ] ダイアログボックスが表示される。[寸法] グループの [幅1] に [500]、[幅2] に [1000] と入力し、[適用] をクリックする。



(c) [幅1] が中心を基準に 500、[幅2] が 1000 になっていることを確認する。確認したら、[ファミリタイプ] ダイアログボックスの [OK] をクリックする。

C-3-6. リスクポイント上面の参照面の作成

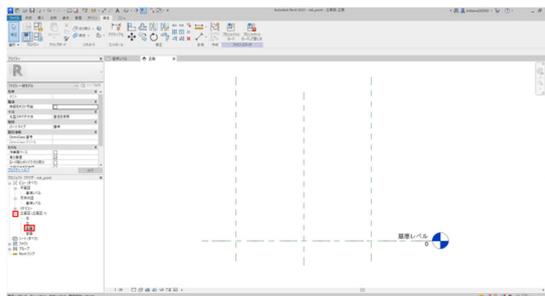
ここでは、リスクポイント上面の参照面を作成する。



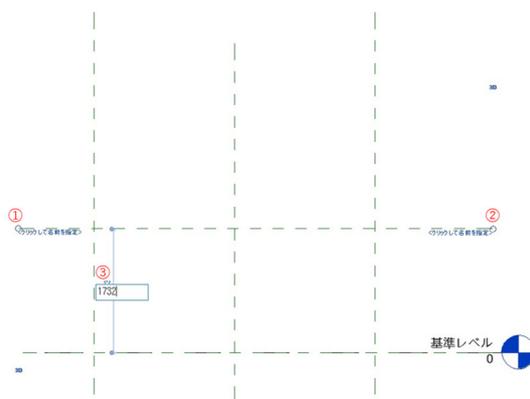
(a) [中心 (正面/背面)] 参照面と [中心 (左/右)] 参照面からそれぞれ 10mm の距離に参照面をそれぞれ作成する。

C-3-7. 高さのパラメータを設定

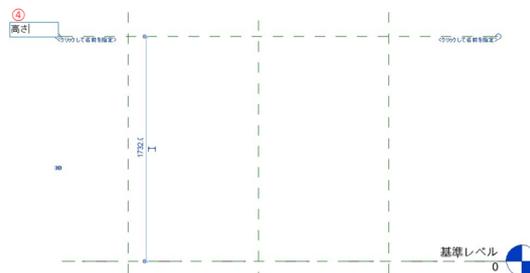
幅と同様に、高さにもパラメータを設定する。



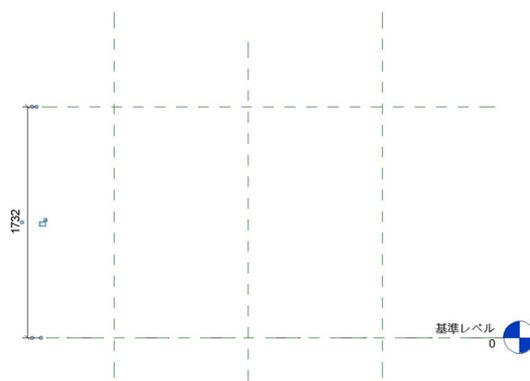
(a) [プロジェクトブラウザ]で[立面図]の[+]をクリックして展開し、[正面]をダブルクリックする。



(b) リボンの [作成] タブ→ [基準面] パネル→ [参照面] をクリックする。「基準レベル」よりも上の任意の位置で始点①と終点②をクリックし、「基準レベル」との高さの差を [1732] とする。これにより水平の参照面が作成される。高さ [1732] の意味は、三角形の定理より、底辺が幅 1 [2000] の正三角形の高さは $1000\sqrt{3}$ であることによる。



(c) 参照面の名前をクリックし、「高さ」と入力する。



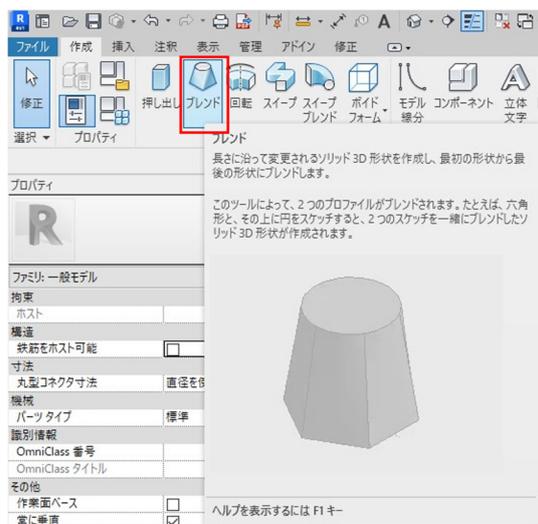
(d) リボンの [注釈] タブ→ [寸法] パネル→ [平行寸法] をクリックし、基準レベルの

参照面をクリックした後、先ほど作成した [高さ] 参照面をクリックし、現在の寸法 [1732] が入力されるので、任意の位置でクリックして表示位置を確定する。

- (e) リボンの [修正] をクリックする。
- (f) 「C-3-4. 幅のパラメータを設定」の (b)~(d)を参考に高さのパラメータを設定する。リボンの [修正 | 寸法] タブ→ [寸法にラベルを付ける] パネル→ [パラメータを作成] をクリックする。[パラメータプロパティ] ダイアログボックスが表示される。[パラメータデータ] の [名前 (N) :] に [高さ] と入力し、[インスタンス] を選択し [OK] をクリックする。
- (g) 全体の寸法値に、「高さ=」と追加されたことを確認する。これによって、プロジェクトファイルにアップロードした際、任意の値を入力することで、リスクポイントの高さを任意に変更することが可能となる。
- (h) 「C-3-5. パラメータの動作を確認」を参考に、高さの入力値を変更して、[高さ] 参照面が追従して動くか確認する。

C-3-8. リスクポイント本体（四角錐）の作成
幅と高さのパラメータを作成したので、ここでリスクポイント本体（四角錐）を作成する。本体のスケッチラインは、先に作成している参照面とロックして紐付けする。

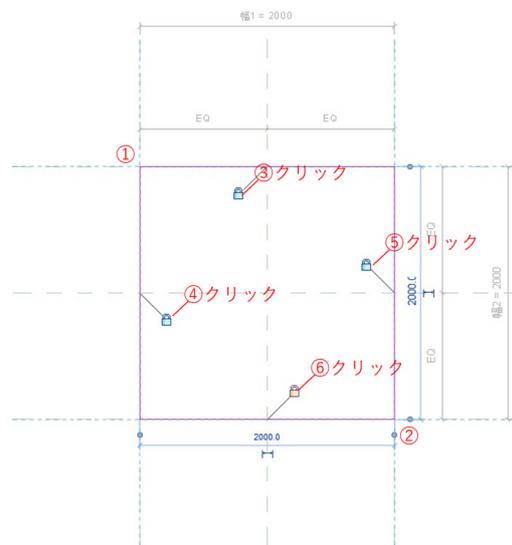
- (a) 画面左下の [プロジェクトブラウザ] の [平面図] の [+] をクリックして展開し、[基準面] が選択されていることを確認する。また、[基準面] タブが開いていることを確認する。



- (b) リボンの [作成] タブ→ [フォーム] パネル→ [ブレンド] をクリックする。

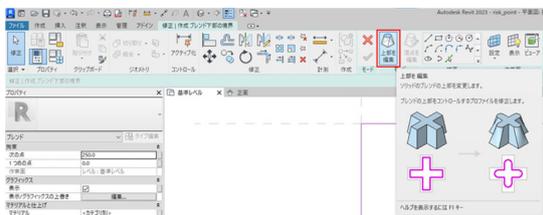


- (c) リボンの [修正 | 作成] ブレンド下部の境界タブ→ [描画] パネル→ [長方形] をクリックする。[奥行き] に [1000] と入力する。

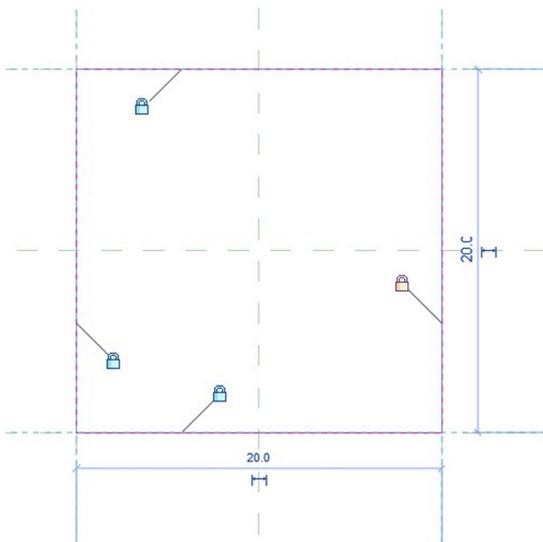


- (d) 上図の①→②とクリックし、上図のような正方形のスケッチラインを作成する。上図の③~⑥の南京錠のマーク（以降ロック記号）をクリックし、参照面をロックする。こ

れにより、参照面の [幅1] と [幅2] の長さを変更すると、それに追従してリスクポイント本体 (四角錐) の幅も自動的に変更される。



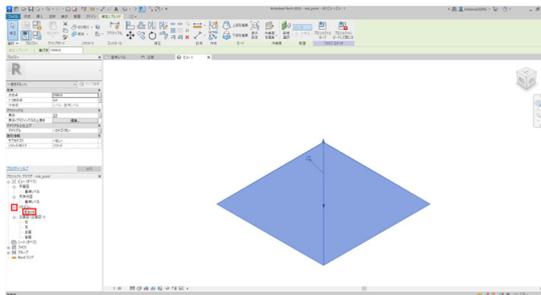
(e) リボンの [修正 | 作成 ブレンド下部の境界] タブ→ [モード] パネル→ [上部を編集] をクリックし、上部の編集に移行する。



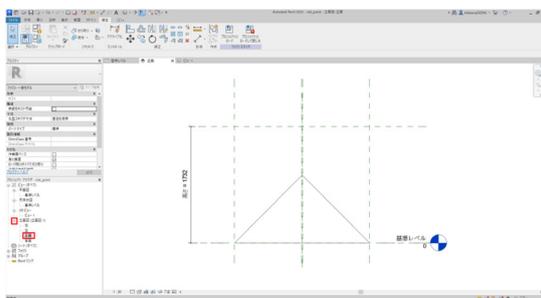
(f) リスクポイント上面の参照面を参考に、(d) と同様に上図のような正方形のスケッチラインを作成し、参照面にロックする。



(g) リボンの [修正 | ブレンド上部の境界を作成] タブ→ [モード] パネル→ [編集モードを終了] をクリックする。



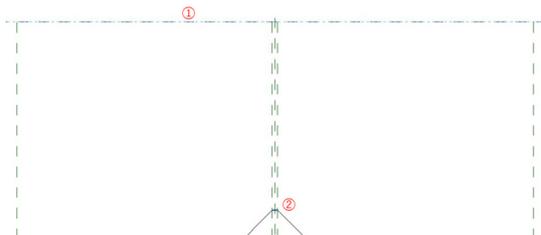
(h) 画面左下の [プロジェクトブラウザ] の [3D ビュー] の [+] をクリックして展開し、 [ビュー1] をダブルクリックする。 [ビュー1] に四角錐が描画されていることを確認する。



(i) 画面左下の [プロジェクトブラウザ] の [立面図 (立面図1)] の [+] をクリックして展開し、 [正面] をダブルクリックする。 [正面] の画面に四角錐が描画されていることを確認する。三角形の頂点が [高さ=1732] の参照面よりも低い位置にあることを確認する。

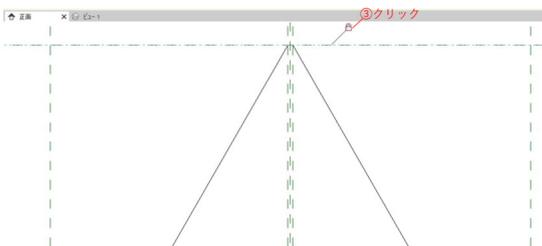


(j) [修正 | 位置合わせ] タブ→ [修正] パネル → [位置合わせ] をクリックする。

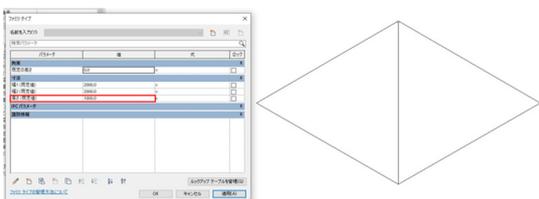


(k) 揃える位置として参照面①をクリックし、

揃える図形としてオブジェクトの上端②をクリックする。



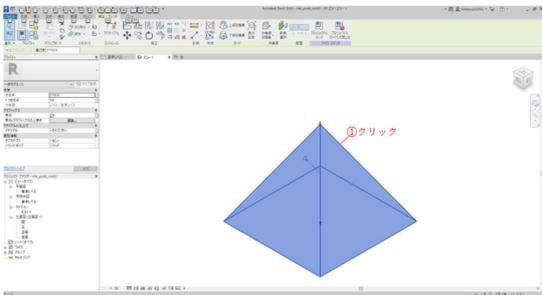
- (l) 参照面とオブジェクトの上端の位置が揃うので、ロック記号を③クリックしてロックする。



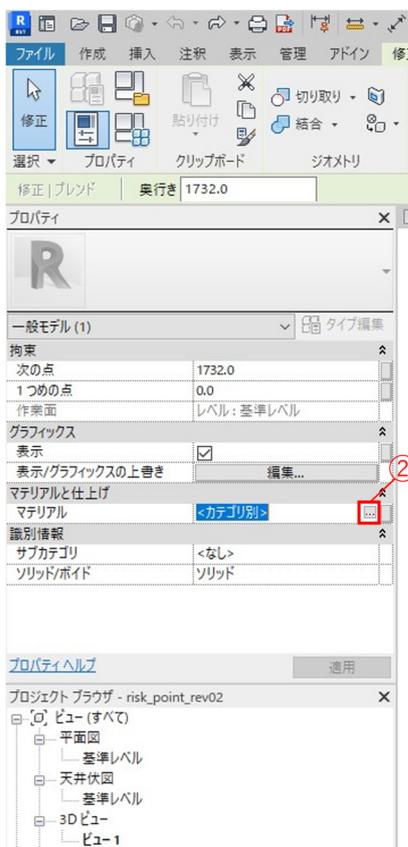
- (m) 「C-3-5. パラメータの動作を確認」を参考に、高さの入力値を変更して、リスクポイント本体（四角錐）が追隨して動くか確認する。

C-3-9. マテリアルを作成

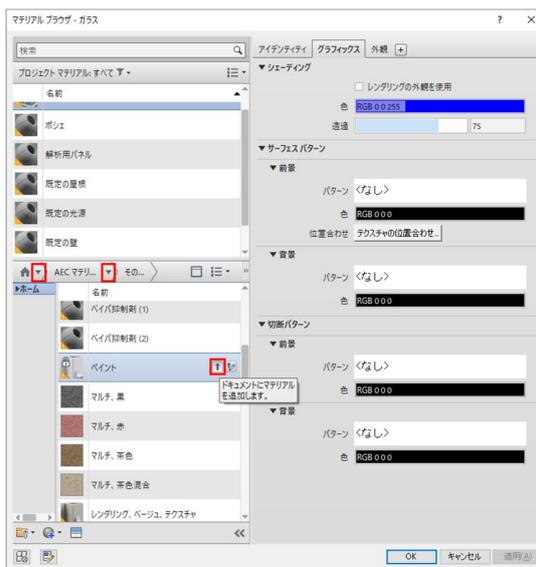
ここでは、マテリアルを作成し、リスクポイントの色(カラー)を変更できるようにします。



- (a) 画面左下の[プロジェクトブラウザ]の[3Dビュー]の[+]をクリックして展開し、[ビュー1]をダブルクリックする。リスクポイント本体を①クリックする。



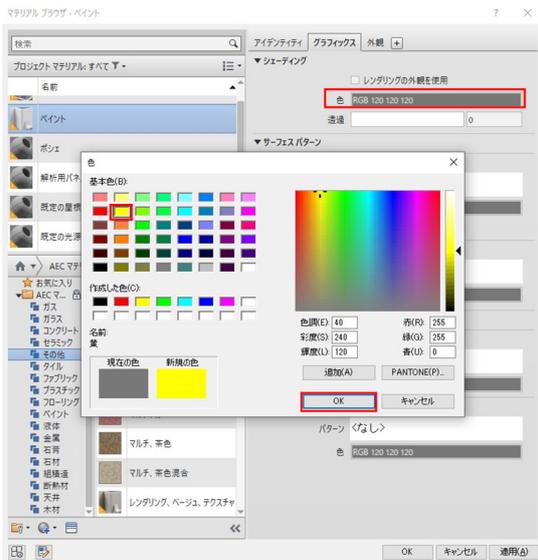
- (b) 画面左上の[プロパティ]パレットの[マテリアルと仕上げ]の[マテリアル]の[<カテゴリ別>]の右側にある[...]をクリックする。



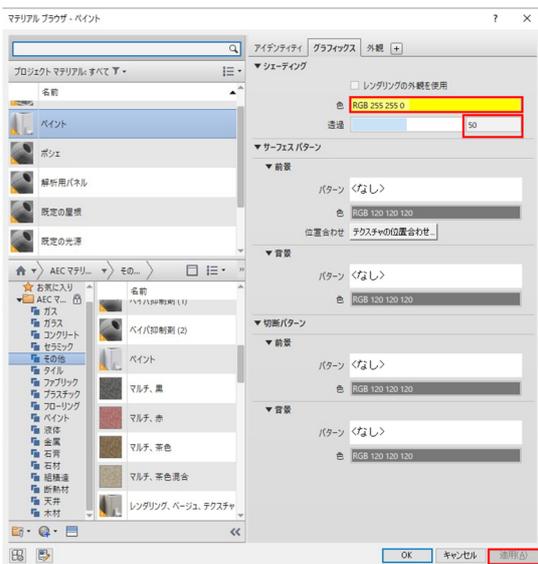
- (c) [マテリアルブラウザ] ダイアログボックスが表示される。同ダイアログボックス左

下の [ライブラリパネル] の左のツリーリストから、[AEC マテリアル] → [その他] を選択する。

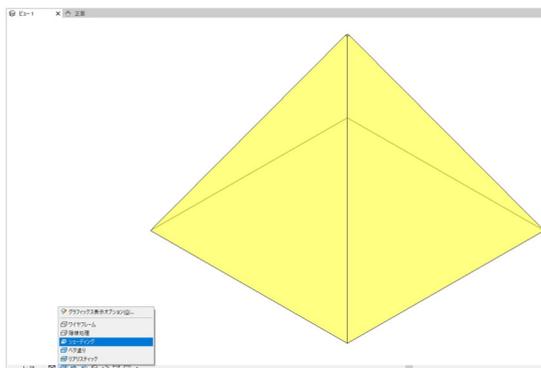
- (d) [ライブラリパネル] の右のリストで [ペイント] を選択し、[↑] をクリックする。 [プロジェクトマテリアル] に [ペイント] が追加される。



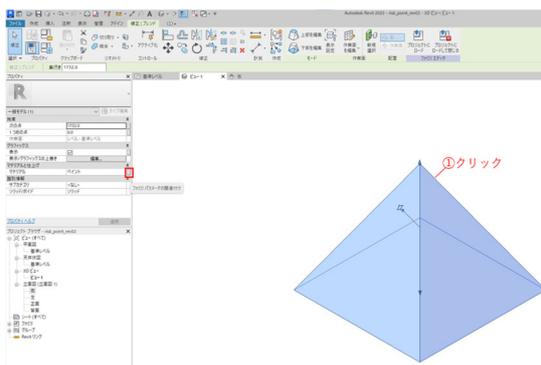
- (e) [マテリアルブラウザ] ダイアログボックスの右側で [グラフィックス] タブをクリックする。 [シェーディング] の [色] をクリックし、黄色 (RGB 255 255 0) を選択し、[OK] をクリックする。



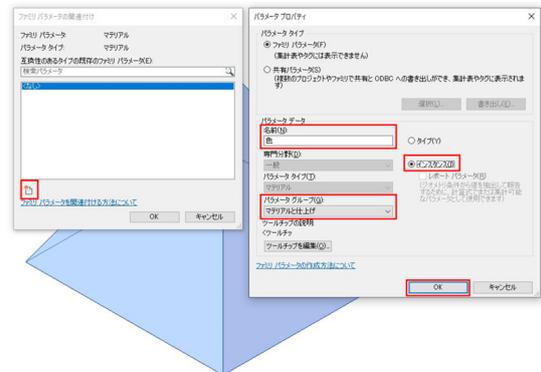
- (f) [透過] に [50] を入力して、[適用] をクリックする。



- (g) 画面左下の [表示スタイル] → [シェーディング] をクリックする。 [ビュー1] にリスクポイント本体 (四角錐) が黄色に変わっていることを確認する。



- (h) リスクポイント本体 (四角錐) をクリックし、[プロパティ] パレットの [マテリアル] と [仕上げ] の [マテリアル] [ペイント] の右端の [□] をクリックする。

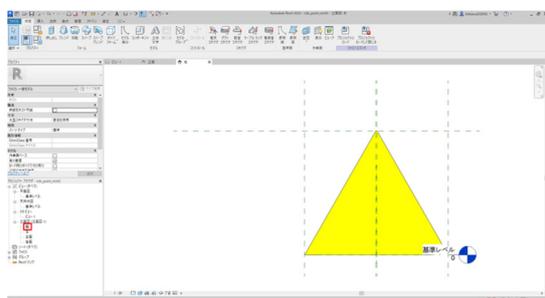


- (i) [ファミリー パラメータの関連付け] の [ファミリー パラメータを関連付ける方法] につ

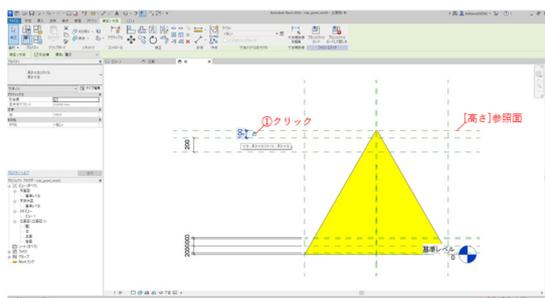
いて] の上のアイコンをクリックする。[パラメータプロパティ] ダイアログボックスが表示される。上図のように設定し、[OK] をクリックする。これにより、色がインスタンスパラメータとなり、リスクポイントの色を任意に変更できる。

C-3-10. ビックリマークを作成

ここでは、リスクポイント本体 (四角錐) の中にビックリマークを作成する。

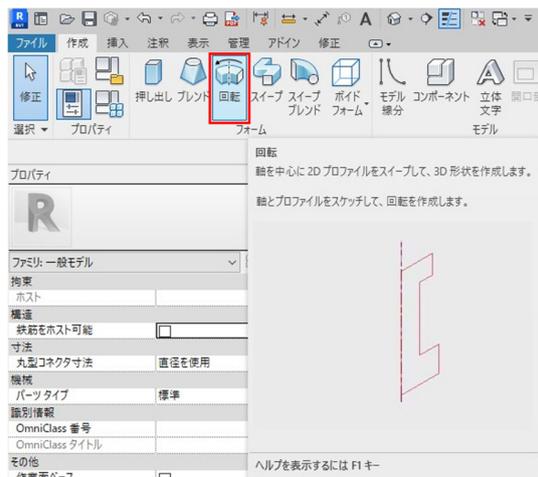


- (a) [プロジェクトブラウザ]で[立面図]の[右]をダブルクリックする。
- (b) リボンの[作成]タブ→[基準面]パネル→[参照面]をクリックする。



- (c) 上図のように、[高さ] 参照面から下方に 100 及び 300 の箇所に参照面を新たに作成する。また、基準レベルから上方に 20, 120, 220, 240 の箇所に参照面を新たに作成する。次に、リボンの [注釈] タブ→ [寸法] パネル→ [平行寸法] をクリックし、[高さ] 参照面をクリックした後、先ほど作成した [高さ] 参照面から下方に 100 の箇所の参照面

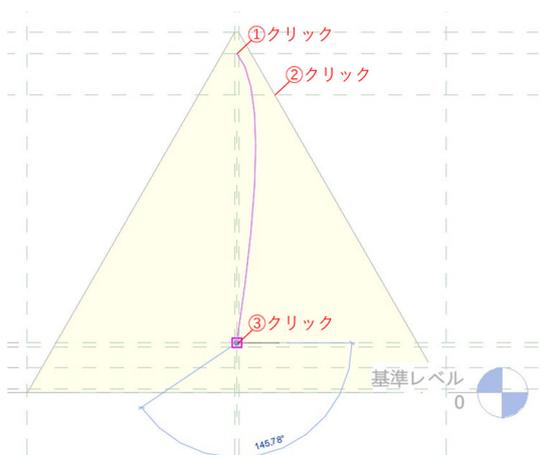
をクリックし、現在の寸法 [100] が入力されるので、ロックする。これにより、ビックリマーク上端がリスクポイント本体 (四角錐) の上端とロックされ、リスクポイント本体 (四角錐) の高さを変更することで、ビックリマークもそれに合わせて高さを変更される。



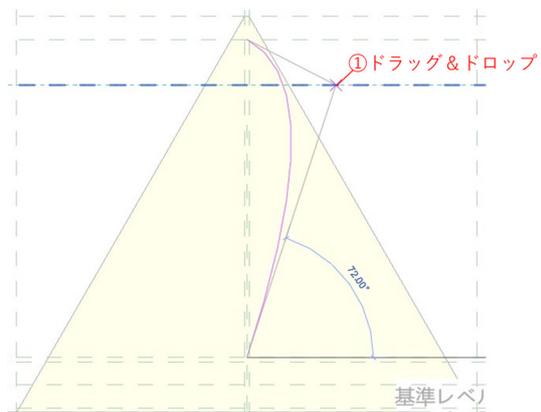
- (d) リボンの [作成] タブ→ [フォーム] パネル → [回転] をクリックする。



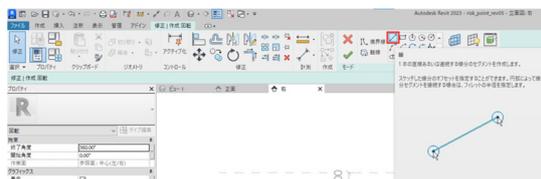
- (e) リボンの [修正 | 作成 回転] タブ→ [描画] パネル→ [境界線] が選択されていることを確認し、上図のようにスプラインを選択する。



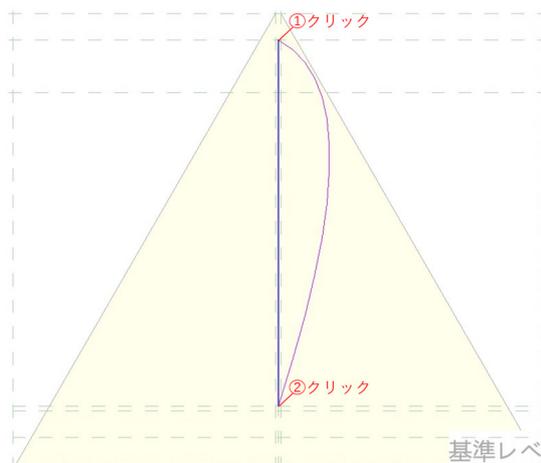
(f) 上図のようにクリックし、スプリングラインを描く。リボンの [修正] をクリックする。



(g) スプリングラインを選択した後、上図の点をドラッグ&ドロップで参照面上をスライドさせ、基準面に対して72度のところまでスライドさせる。



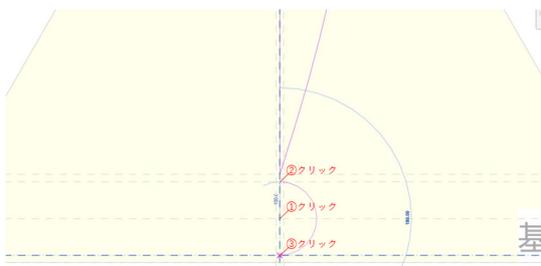
(h) リボンの [修正 | 作成 回転] タブ→ [描画] パネル→ [線] を選択する。



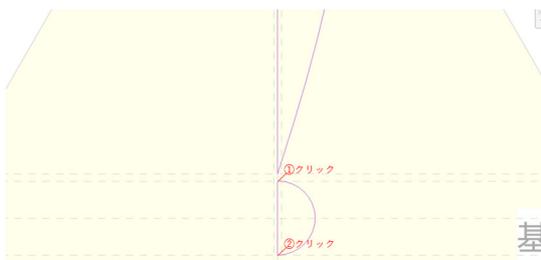
(i) 上図のように①→②とクリックし、スプリングラインと合わせて閉曲線とする。



(j) リボンの [修正 | 作成 回転] タブ→ [描画] パネル→ [中心-両端指定による円弧] を選択する。

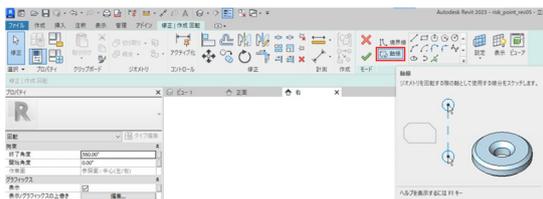


(k) 上図のように①→②→③とクリックし、半円を描く。

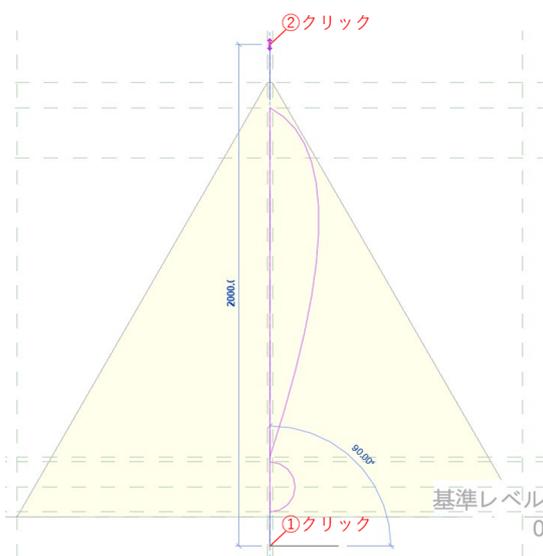


(l) 再度、リボンの [修正 | 作成 回転] タブ→ [描画] パネル→ [線] を選択し、上図のよ

うに①→②とクリックし、半円と合わせて閉曲線とする。



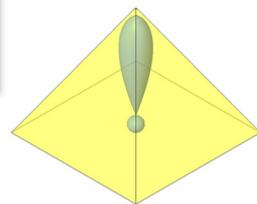
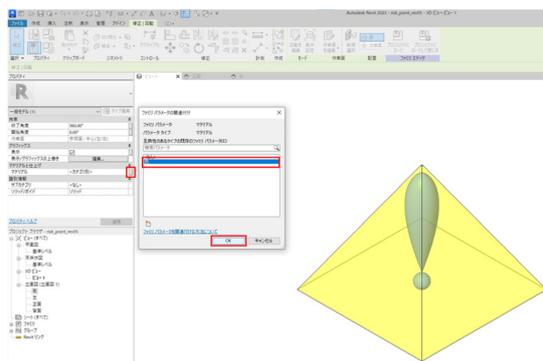
(m) リボンの[修正 | 作成 回転] タブ→[描画] パネル→ [軸線] を選択する。



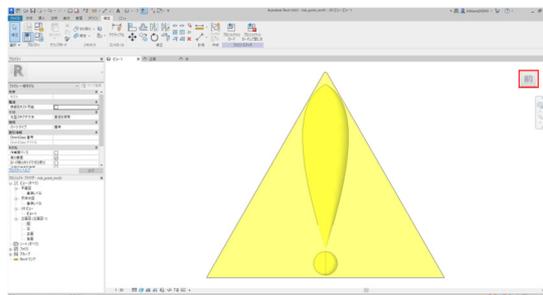
(n) 上図のように①→②とクリックし、軸線を描く。



(o) リボンの [修正 | 作成 回転] タブ→ [モード] パネル→ [編集モードを終了] をクリックする。



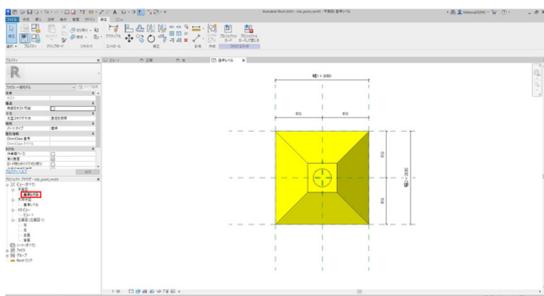
(p) 画面左下の [プロジェクトブラウザ] の [3D ビュー] の [ビュー1] を表示させ、[プロパティ] パレットの [マテリアルと仕上げ] の [マテリアル] [ペイント] の右端の [□] をクリックする。[ファミリー パラメータの関連付け] の「色」をクリックし、[OK] をクリックする。これにより、ビックリマークの色も黄色となり、リスクポイント本体 (四角錐) と同様にインスタンスパラメータとして、任意の色に設定可能となる。



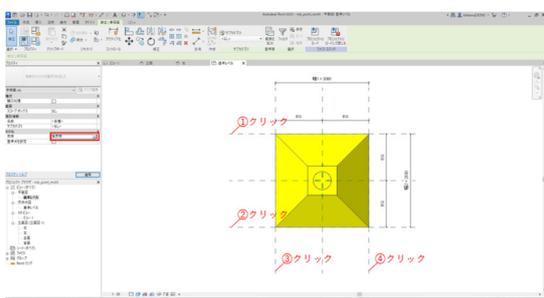
(q) [ビュー1]画面右上の[前]をクリックし、三角形にビックリマークとして、リスクポイントが作成されたことを確認する。

C-3-11. 参照面を設定

ここでは、参照面の優先度を設定し、プロジェクトファイルへの挿入時のスナップ操作補助の基準とする。



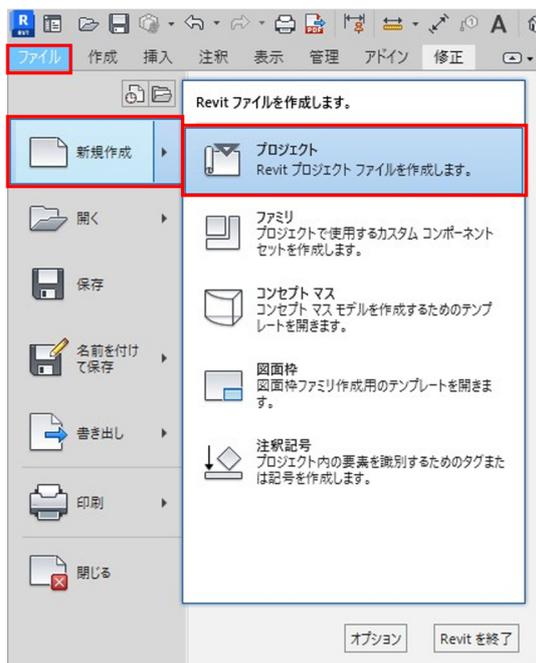
(a) 画面左下の [プロジェクトブラウザ] の [平面図] の [基準レベル] を表示させる。



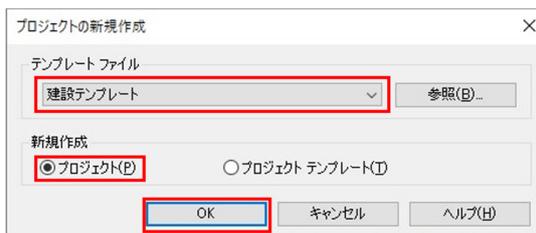
(b) キーボードの Ctrl キーを押しながら、①→②→③→④をクリックし、[プロパティ] パレットの [その他] の [参照] の右側のプルダウンメニューから [強参照] を選択する。

C-3-12. プロジェクトへのロード

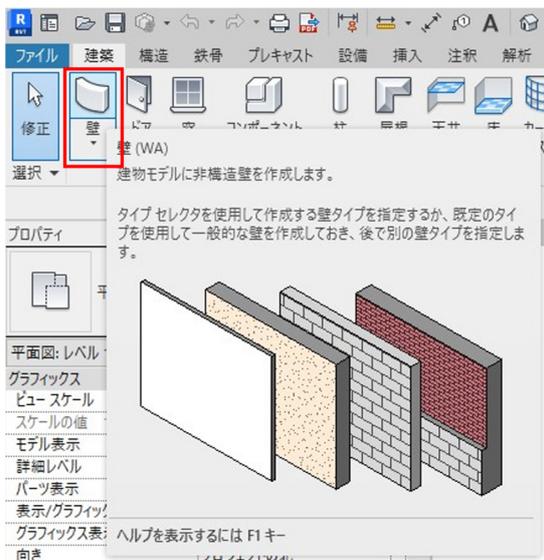
ここでは、部品 (ファミリ) として作成したリスクポイントを新規プロジェクトへロードし、リスクポイントの配置、インスタンスパラメータの変更を行う。



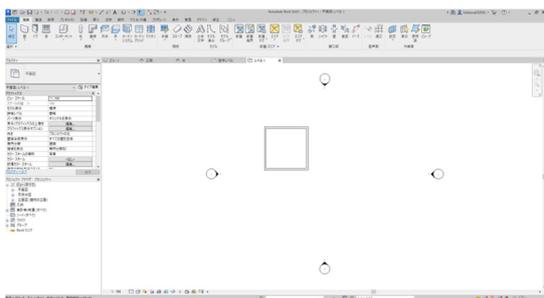
(a) リボンの [ファイル] タブ→ [新規作成] → [プロジェクト] をクリックする。



(b) [プロジェクトの新規作成] ダイアログボックスが表示される。[テンプレートファイル] から [建築テンプレート] を選択し、[OK] をクリックする。建築テンプレートに基づいて新しいプロジェクトが作成される。



(c) リボンの [建築] タブ→ [構築] パネル→ [壁] をクリックする。



(d) 上図のように壁を作成する。

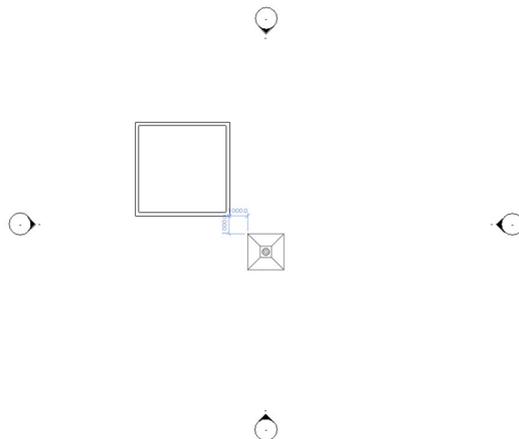
(e) リボンの [修正] をクリックする。



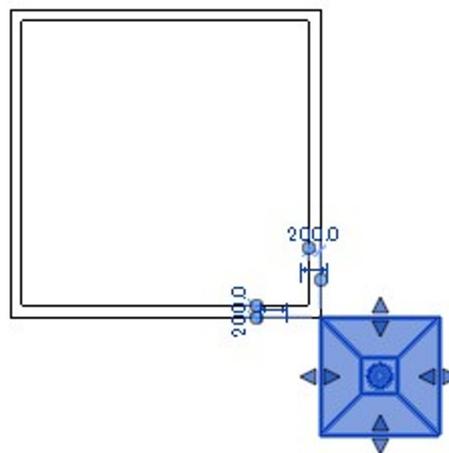
(f) リボンの [表示] タブ→ [ウィンドウ] パネル→ [ウィンドウを切り替え] をクリックする。プルダウンメニューから [平面図: 基準レベル] をクリックし、画面を切り替える。これにより、リスクポイントのファミリの画面に移行する。



(g) リボンの [修正] タブ→ [ファミリーエディタ] パネル→ [プロジェクトにロード] をクリックする。

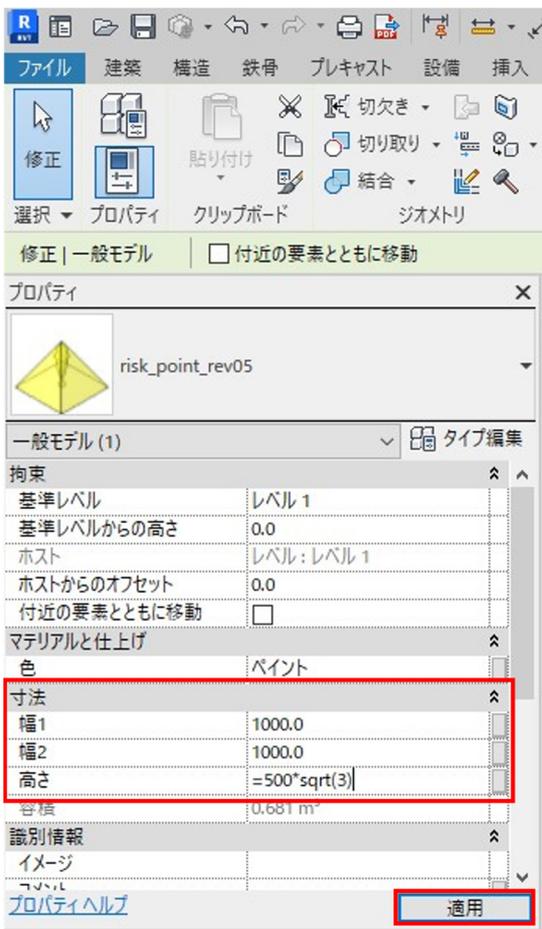


(h) 画面がプロジェクトに切り替わり、リスクポイントがカーソル (マウス) に追従して表示される。

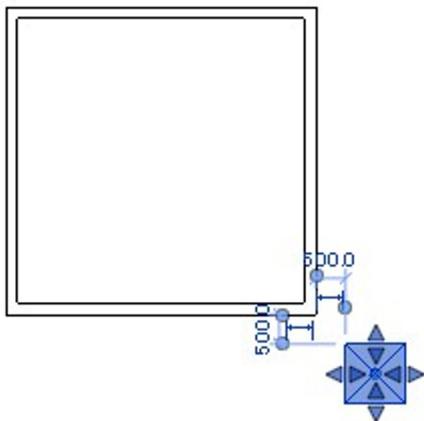


(i) [強参照] に設定された正面、背面、右面、左面が壁にスナップすることと、基準点に定義されている四角錐の中心が挿入基準点になっていることを確認する。壁にスナップさせて、任意の位置でクリックしてリスクポイントを上図のように配置する。

(j) リボンの [修正] をクリックする。

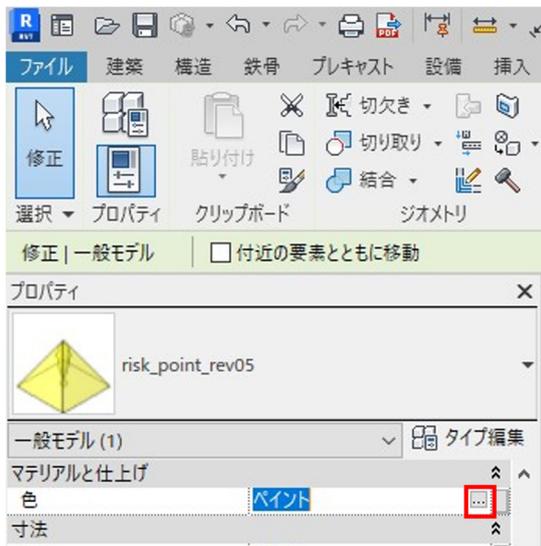


(k) 挿入したリスクポイントをクリックして選択した後、[プロパティ]パレットの[寸法]の[幅1]、[幅2]、[高さ]を上図のように変更し、[適用]をクリックする。

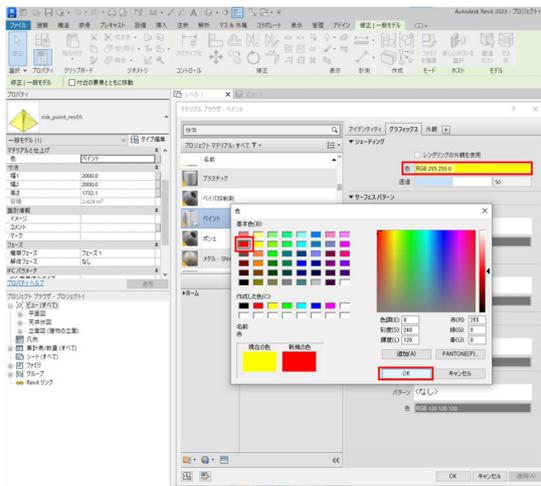


(l) リスクポイントが変更した寸法に応じて、小さくなったことを確認する。寸法を元に

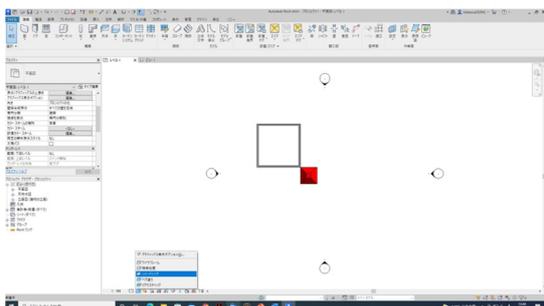
戻しておく。



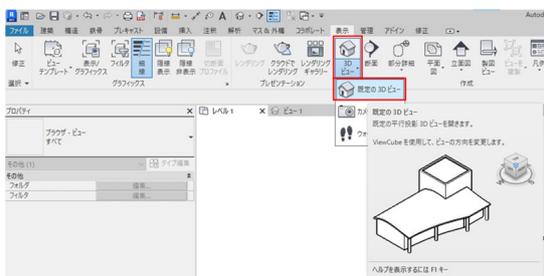
(m) [プロパティ]パレットの[マテリアルと仕上げ]の[色]及び[ペイント]の右側の[...]をクリックする。



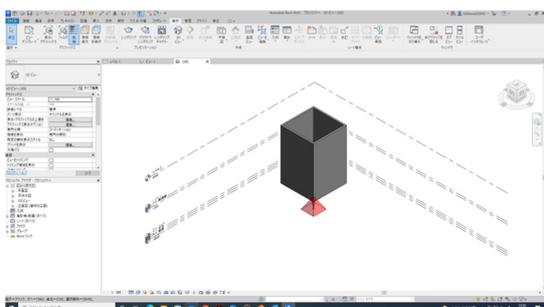
(n) [マテリアルブラウザ]ダイアログボックスが表示される。[グラフィックス]タブをクリックし、[色]の右側の[RGB 255 255 0]をクリックし、赤色 (RGB 255 0 0) を選択し、[OK]をクリックする。



(o) 画面左下の [表示スタイル] → [シェーディング] をクリックする。[レベル1] のリスクポイントが赤色に変わっていることを確認する。なお、[マテリアル] が [ペイント] のままであるため、[マテリアル] が [ペイント] のリスクポイントを複数配置した場合、全てのリスクポイントの色が同時に変更されることに留意する必要がある。リスクポイントごとに色を変えたい場合には、[マテリアル] を [ペイント] 以外にしたり、複数のリスクポイントでそれぞれ [マテリアル] を変更する必要がある。



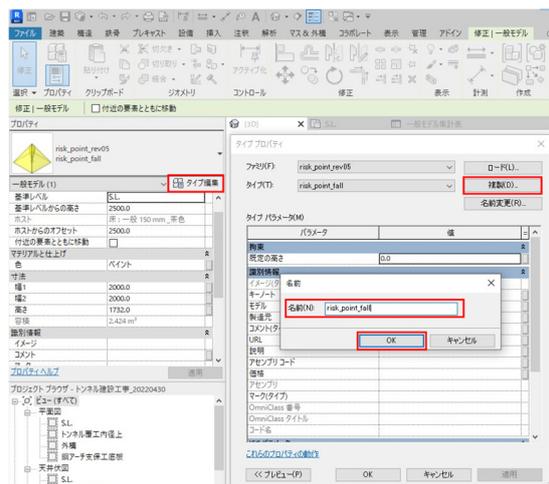
(p) リボンの [表示] タブ → [作成] パネル → [3D ビュー] → [既定の3D ビュー] をクリックする。



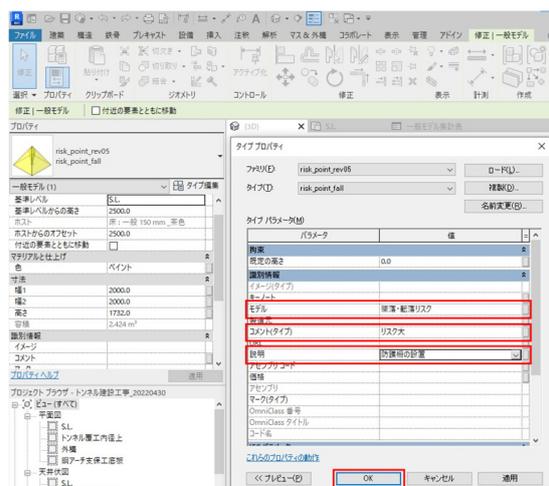
(q) 画面左下の [表示スタイル] → [シェーディ

ング] をクリックし、3D で壁とリスクポイントが表示されることを確認する。

C-3-13. プロジェクトにおいて集計表を作成
ここでは、プロジェクト上に配置したリスクポイントの集計表を作成する。

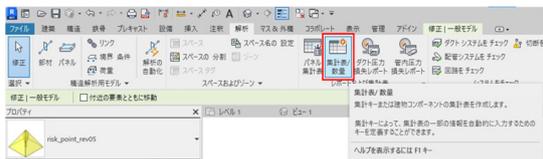


(a) [プロパティ] パレットの [タイプ編集] をクリックし、[タイプ プロパティ] ダイアログボックスを表示させる。[複製] をクリックし、[名前] ダイアログボックスを表示させる。[名前(N):] に [risk_point_fall] と入力し、[OK] をクリックする。

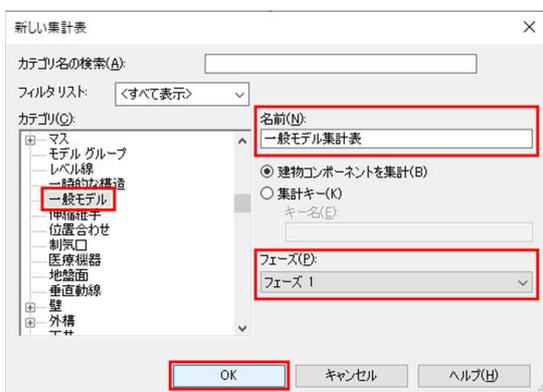


(b) 上図のように、[タイプ プロパティ] ダイアログボックスの [モデル] に [墜落・転落

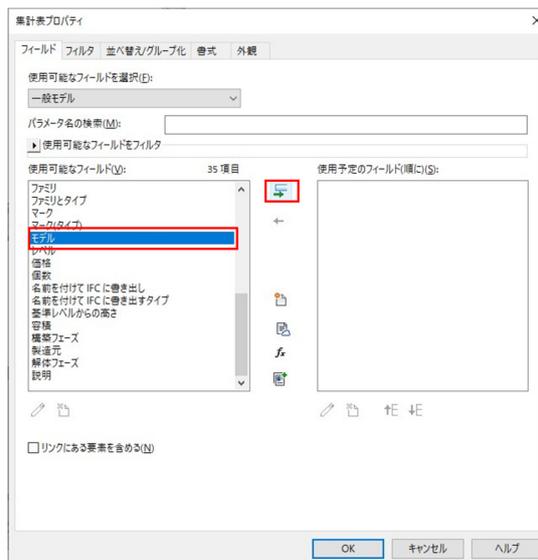
リスク]、[コメント (タイプ)] に [リスク大]、[説明] に [防護柵の設置] と入力し、[OK] をクリックする。



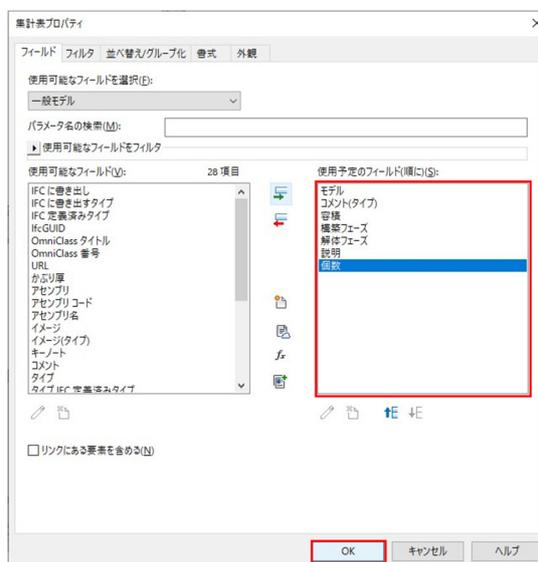
(c) リボンの [解析] タブ→ [レポートおよび集計表] パネル→ [集計表/数量] をクリックする。



(d) [新しい集計表] ダイアログボックスが表示される。[カテゴリ(C):]の中から [一般モデル] を選択する。上図のように、[名前(N):] に [一般モデル集計表] が表示されていることを確認し、[フェーズ(P):] のプルダウンメニューから [フェーズ 1] を選択し、[OK] をクリックする。



(e) [集計表プロパティ] ダイアログボックスが表示される。[使用可能なフィールド(V):]の中から [モデル] を選択し、上図のように、その右側の記号 [パラメータを追加] をクリックし、[使用予定のフィールド(順に)(S):]の中に [モデル] が表示されたことを確認する。



(f) [モデル] の後、[コメント (タイプ)]、[容積]、[構築フェーズ]、[解体フェーズ]、[説明]、[個数] の順に、[使用可能なフィールド(V):] から [使用予定のフィールド(順に)(S):] に [パラメータを追加] する。[OK]

をクリックする。

＜一般モデル集計表＞						
A	B	C	D	E	F	G
モデル	コメント(タイプ)	容積	構築フェーズ	解体フェーズ	説明	個数
保身・転写/吹付	リスク大	2.42 m ³	フェーズ 1	なし	経路橋の設置	1

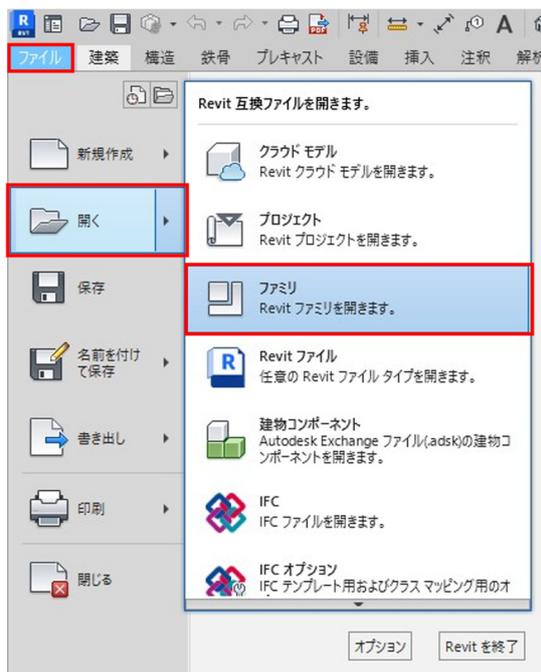
- (g) 上図のように、[一般モデル集計表]が表示されることを確認する。このように、[モデル]にリスクの種類、[コメント(タイプ)]にリスクの大きさ、[説明]に具体的な対策を入力すれば、それらを一覧表として表示できる。その他、[容積]はリスクポイントの体積、[個数]はそのリスクのリスクポイントの個数が自動で表示される。

C-4. リスクポイントの利用方法

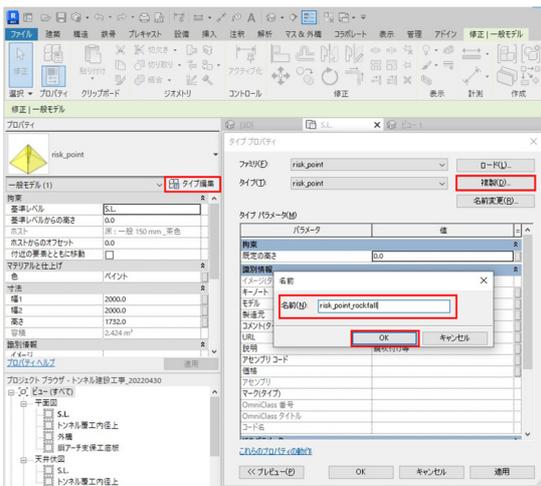
ここでは、簡単なトンネル建設プロジェクトファイルを作成し、同プロジェクトに対してリスクポイントを利用する。



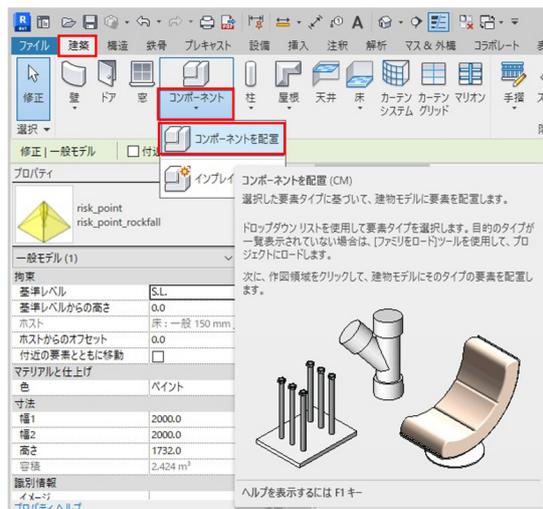
- (a) 鋼製アーチ支保工及び吹付けコンクリートの部品(ファミリー)を図7のとおり作成し、それらをプロジェクトファイルにロードし、上図のようなトンネル建設プロジェクトファイルを作成した。



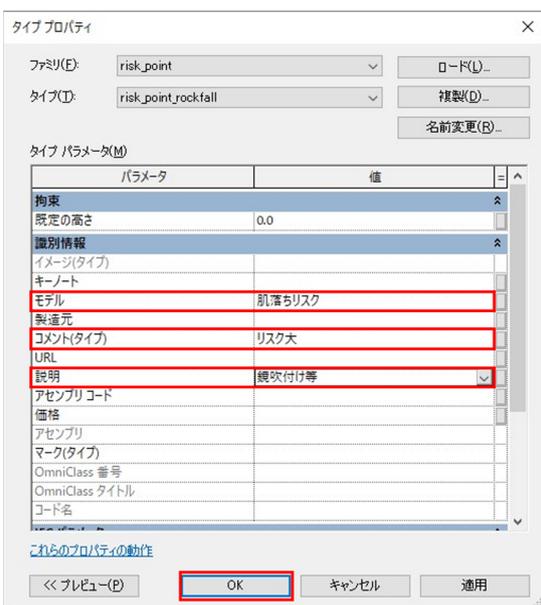
- (b) リボンの [ファイル] タブから [開く] → [ファミリー] を選択する。ファミリーファイル [risk_point.rfa] を保存したフォルダから、同ファイルを選択する。リスクポイントが表示されることを確認する。
- (c) リボンの [作成] タブ→ [ファミリーエディタ] パネル→ [プロジェクトにロード] をクリックする。
- (d) リスクポイントをトンネル建設プロジェクトの切羽面付近に配置する。リボンの [修正] をクリックする。
- (e) 挿入したリスクポイントをクリックし選択する。



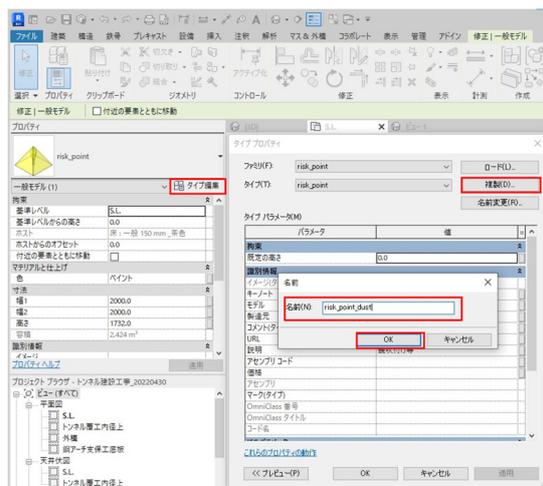
(f) [プロパティ] パレットの [タイプ編集] をクリックし、[タイプ プロパティ] ダイアログボックスを表示させる。[複製] をクリックし、[名前] ダイアログボックスを表示させる。[名前(N):] に [risk_point_rockfall] と入力し、[OK] をクリックする。



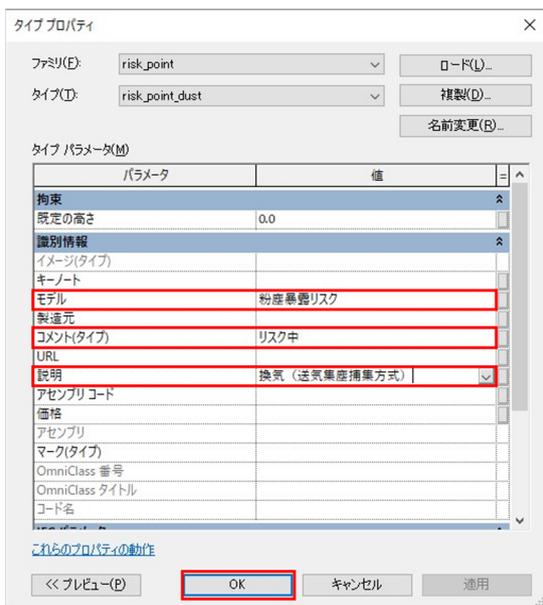
(h) リボンの [建築] タブ→ [構築] パネル→ [コンポーネント] → [コンポーネントを配置] をクリックし、新たなリスクポイントを任意の位置に設置する。



(g) 上図のように、[タイプ プロパティ] ダイアログボックスの [モデル] に [肌落ちリスク]、[コメント (タイプ)] に [リスク大]、[説明] に [鏡吹付け等] と入力し、[OK] をクリックする。リボンの [修正] をクリックする。



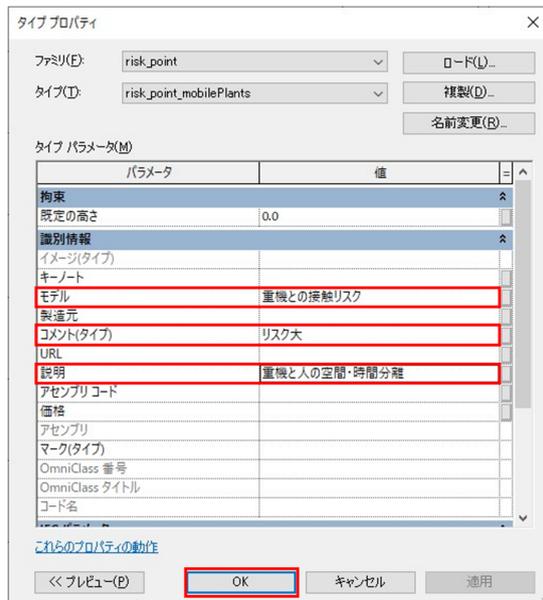
(i) [プロパティ] パレットの [タイプ編集] をクリックし、[タイプ プロパティ] ダイアログボックスを表示させる。[複製] をクリックし、[名前] ダイアログボックスを表示させる。[名前(N):] に [risk_point_dust] と入力し、[OK] をクリックする。



(j) 上図のように、[タイプ プロパティ] ダイアログボックスの [モデル] に [粉塵暴露リスク]、[コメント (タイプ)] に [リスク中]、[説明] に [換気 (送気集塵捕集方式)] と入力し、[OK] をクリックする。リボンの [修正] をクリックする。

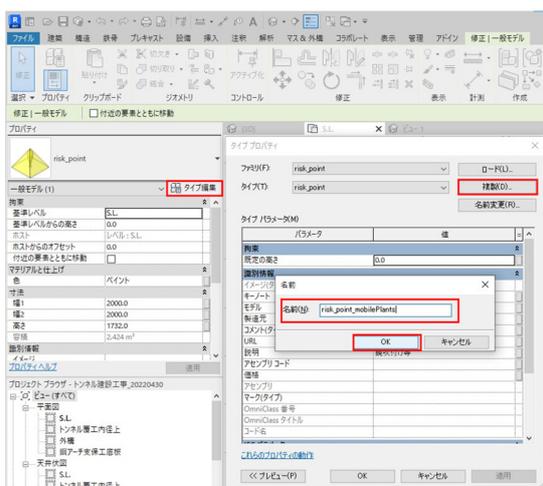
(k) リボンの [建築] タブ→ [構築] パネル→ [コンポーネント] → [コンポーネントを配置] をクリックし、新たなリスクポイントを任意の位置に設置する。

ログボックスを表示させる。[複製] をクリックし、[名前] ダイアログボックスを表示させる。[名前 (N):] に [risk_point_mobilePlants] と入力し、[OK] をクリックする。

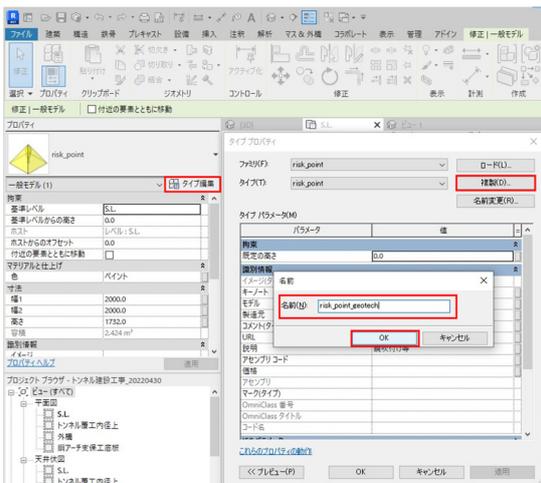


(m) 上図のように、[タイプ プロパティ] ダイアログボックスの [モデル] に [重機との接触リスク]、[コメント (タイプ)] に [リスク大]、[説明] に [重機と人の空間・時間分離] と入力し、[OK] をクリックする。リボンの [修正] をクリックする。

(n) リボンの [建築] タブ→ [構築] パネル→ [コンポーネント] → [コンポーネントを配置] をクリックし、新たなリスクポイントを任意の位置に設置する。



(l) [プロパティ] パレットの [タイプ編集] をクリックし、[タイプ プロパティ] ダイア



(o) [プロパティ] パレットの [タイプ編集] をクリックし、[タイプ プロパティ] ダイアログボックスを表示させる。[複製] をクリックし、[名前] ダイアログボックスを表示させる。[名前(N):] に [risk_point_geotech] と入力し、[OK] をクリックする。



(p) 上図のように、[タイプ プロパティ] ダイアログボックスの [モデル] に [地質・地盤リスク]、[コメント (タイプ)] に [リスク大]、[説明] に [地盤調査] と入力し、[OK] をクリックする。リボンの [修正] をクリックする。

A	B	C	D	E	F	G
モデル	コメント(タイプ)	容積	構築フェーズ	解体フェーズ	説明	層数
計画地盤リスク	リスク大	2.42 m³	フェーズ 1	なし	継続計画作	1
計画地盤リスク	リスク中	2.42 m³	フェーズ 1	なし	構築(送気集塵機方式)	1
地盤・地盤リスク	リスク大	2.42 m³	フェーズ 1	なし	重機・人の空間・時間分離	1
地盤・地盤リスク	リスク大	2.42 m³	フェーズ 1	なし	地盤調査	1

(q) 「C-3-13. プロジェクトにおいて集計表を作成」の(c)~(f)を参考に、集計表を作成すると、上図のような集計表が得られる。このように、任意の建設プロジェクトファイルに任意のリスクポイントをいくつも設置でき、集計表としてまとめることもできる。

D. 考察

「C-4. リスクポイントの利用方法」に述べたように、任意のプロジェクトファイル (例えば図8参照) に複数のリスクポイント (図9参照) を設置することが可能である。このように、設計段階において想定される全てのハザード/リスクをプロジェクトファイルに配置することで、設計から施工、施工から維持管理へとリスク情報が一貫して活用される仕組みを構築できたと考えている。

また、本研究にて開発したリスクポイントは、BIM/CIM の部品 (ファミリー) の特徴である属性情報 (リスクの種類、リスクの大きさ、対策等) に加えて、パラメトリックに大きさ、色、材料等を変化させることができる。当然ながら、基本設計、実施設計等の各段階で想定されるハザード/リスクが新たに出現した場合には、その都度、リスクポイントを新たに配置できる。一方、除去又は許容可能なリスクレベルまで低減できたリスクについては、その旨、属性情報に記載し、色 (マテリアル) を黄色から緑色等に変更すれば良い。

さらに、BIM/CIM のプロジェクトファイルに配置した全てのリスクポイントのリスク情報

は表1に示すように、いつ、どの段階においても直ちに一覧表として出力することができる。これは、英国やシンガポールの規則^{5), 6)}に謳われているリスク登録表に位置付けることが可能と考えている。

E. 結論

本分担研究では、施工の合理化・効率化だけでなく、BIM/CIM において安全衛生の情報も管理できるよう、BIM/CIM 図面上にリスクポイントを記載し、一覧表として直ちにリスク情報を管理できるようにした。具体的には、国内外で BIM/CIM ソフトウェアとして最も利用者の多い Autodesk Revit を採用し、その中の部品（ファミリ）として、リスクポイントを新たに作成した。リスクポイントは BIM/CIM の図面上で任意の位置に配置でき、リスクの種類、リスクの大きさ、考慮すべきフェーズ、対策等を属性情報として登録可能である。また、配置した全てのリスクポイントの属性情報は、一覧表として直ちに出力することができる。さらに、部品（ファミリ）として作成したリスクポイントは、Revit を用いている全ての建設プロジェクトにおいて利用可能である。

このように、新たに作成したリスクポイントという部品（ファミリ）を使用して、設計段階からリスク情報を一貫して管理できる可能性が示唆された。

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:

労働安全衛生の観点から見たフロントローディングへの期待（第1回）, 仮設機材マンスリー, pp. 30-32, 2021.

2) 吉川直孝, 大幢勝利, 平岡伸隆, 豊澤康男: 労働安全衛生の観点から見たフロントローディングへの期待（第2回）, 仮設機材マンスリー, pp. 21-24, 2021.

3) 吉川直孝, 大幢勝利, 平岡伸隆, 豊澤康男: 労働安全衛生の観点から見たフロントローディングへの期待（第3回）, 仮設機材マンスリー, pp. 18-22, 2021.

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) 国土交通省住宅局建築指導課, 土地建設産業局建設業課, 大臣官房官庁営繕部整備課施設評価室, 建築 BIM 推進会議: 建築 BIM の将来像と工程表, <https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/content/001351968.pdf>, 令和元年9月. (2022年4月25日閲覧)

2) 国土交通省住宅局建築指導課, 土地建設産業局建設業課, 大臣官房官庁営繕部整備課施設評価室, 建築 BIM 推進会議: 「建築分野における BIM の標準ワークフローとその活用方策に関するガイドライン (第2版)」(令和4年3月), <https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/content/001473765.pdf>, 令和4年3月. (2022年4

月 25 日閲覧)

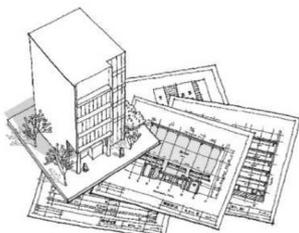
- 3) 国土交通省住宅局建築指導課, 土地建設産業局建設業課, 大臣官房官庁営繕部整備課施設評価室, 建築 BIM 推進会議: 「建築分野における BIM の標準ワークフローとその活用方策に関するガイドライン (第 1 版)」(令和 2 年 3 月) 別添参考資料, <https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/content/001351966.pdf>, 令和 4 年 3 月. (2022 年 4 月 25 日閲覧)
- 4) 小林美砂子, 中川まゆ, 内田公平: BIM をもっと活用したい人のための Autodesk Revit ファミリ入門, 株式会社エクスマレッジ, 279p., 2019.
- 5) Construction (Design and Management) Regulation, The National Archives, <https://www.legislation.gov.uk/ukxi/2015/51/data.xht?view=snippet&wrap=true>. (2022 年 3 月 31 日閲覧)
- 6) WSH Council: Workplace Safety and Health Guidelines Design for Safety, https://designforconstructionsafety.files.wordpress.com/2018/05/wsh_guidelines_design_for_safety1.pdf, 2016. (2022 年 3 月 31 日閲覧)

BIM (Building Information Modelling) とは・・・

コンピュータ上に作成した主に3次元の形状情報に加え、室等の名称・面積、材料・部材の仕様・性能、仕上げ等、建物の属性情報を併せ持つ建物情報モデルを構築するシステム。

現在の主流 (CAD)

- 図面は別々に作成
- 壁や設備等の属性情報は図面とアナログに連携
- 建設後の設計情報利用が少ない



平面図・立面図・断面図／構造図／設備図

BIMを活用した建築生産・維持管理プロセス

- 3次元形状で建物をわかりやすく「見える化」し、コミュニケーションや理解度を向上
- 各モデルに属性情報を付加可能
- 建物のライフサイクルを通じた情報利用／IoTとの連携が可能



将来BIMが担うと考えられる役割・機能

Process	Data Base	Platform
<ul style="list-style-type: none"> ・コミュニケーションツールとしての活用、設計施工プロセス改革等を通じた生産性の向上 	<ul style="list-style-type: none"> ・建築物の生産プロセス・維持管理における情報データベース ・ライフサイクルで一貫した利活用 	<ul style="list-style-type: none"> ・IoTやAIとの連携に向けたプラットフォーム

図1 BIM (Building Information Modelling) について¹⁾

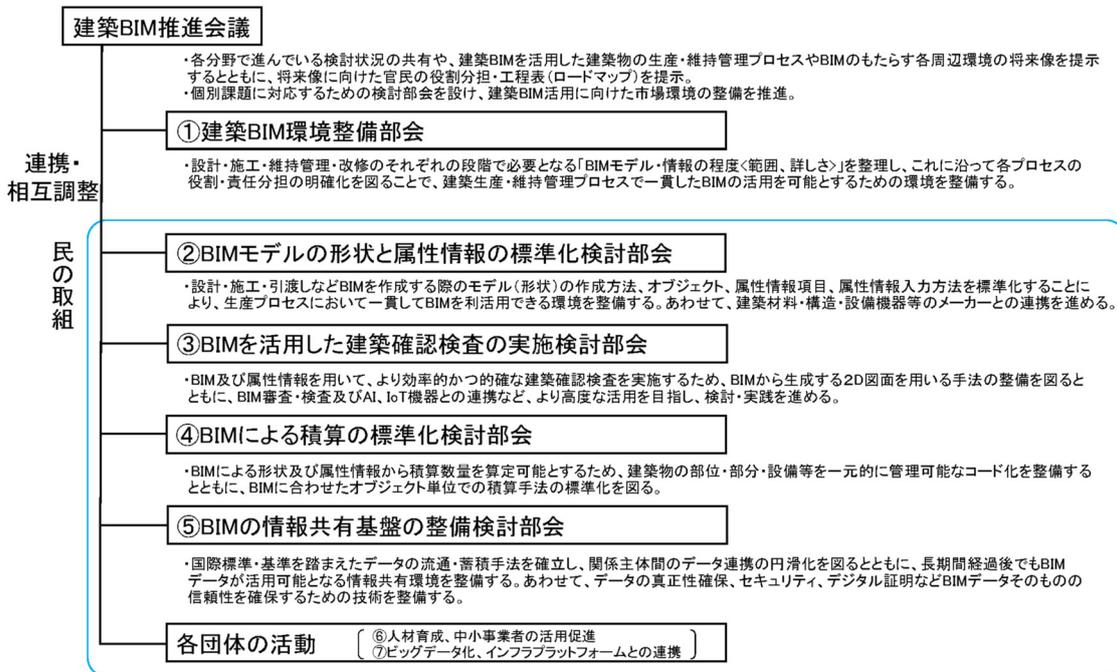
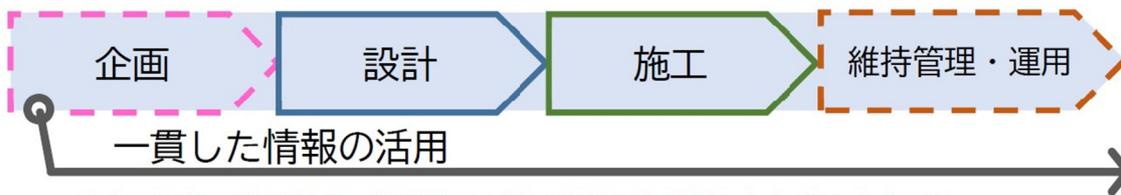


図2 建築BIM推進会議について¹⁾



※企画段階で維持管理・運用時の BIM の利活用を前提とした計画を立てる

図3 企画、設計、施工、維持管理・運用と一貫した情報の活用²⁾

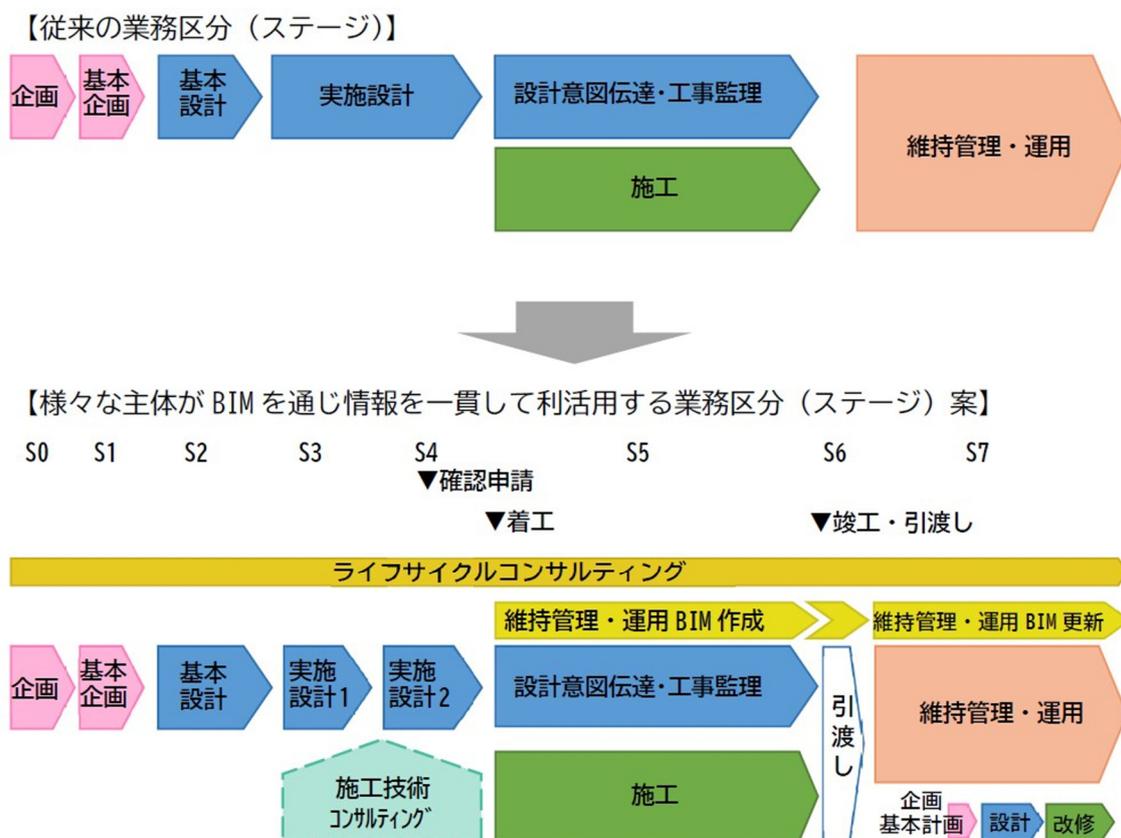


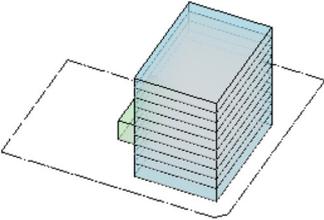
図4 建築分野の建設プロジェクトの流れと各業務区分（ステージ）案²⁾

分担研究報告書（吉川直孝、平岡伸隆、大幢勝利、高橋弘樹）

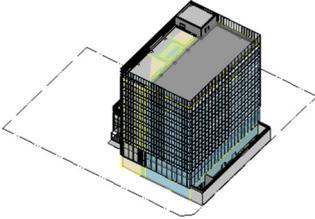
凡例： O:発注者 C①~⑤*:コンサルタント A①:設計者 A②:工事監理者 B:施工者 M:維持管理者
 ※C①~⑤は参-p2の「標準ワークフローにおける主な業務内容と考えられる担い手」による
 BIM BIMモデル及びBIMから直接書き出した図書(BIM上の加筆も含む)
 2D図書 CADで作図した2D、及びプレゼンテーションソフト、表計算ソフト等の図書

	凡例	主な業務内容	凡例	BIMデータと図書 例
企画	S0	<ul style="list-style-type: none"> ■ 事業計画の検討・立案（事業の可能性の検討） O EIRの策定 BIM実行計画書v0の締結（OとC①の締結） O 事業敷地、事業（工事）予算、事業スケジュール、事業用途の設定、事業収支計画の検討、EIRの策定 C① 上記設定（事業条件）の支援 C③ ライフサイクルコンサルティング業務等 		<ul style="list-style-type: none"> ■ ボリュームモデルの作成 BIM ボリュームモデル 配置情報、平面情報、断面情報、面積情報 2D図書 計画概要、設計・工事スケジュール等 工事費概算書
	S1	<ul style="list-style-type: none"> ■ 条件整理のための建築計画の検討・立案（プロジェクトの実現性の検討） BIM実行計画書v1の締結（OとC①の締結） O 開発手法、規模、用途、各面積目標、グレード設定、設計及び工事スケジュールの設定、概算工事費の検討 C① 上記設定（設計条件）の支援 C③ ライフサイクルコンサルティング業務等 		<ul style="list-style-type: none"> ■ ゾーニングボリュームモデルの作成 BIM ゾーニングボリュームモデル作成 配置情報、ゾーニング平面情報、断面情報、面積情報 2D図書 計画概要、設計・工事スケジュール等 工事費概算書
設計	S2	<ul style="list-style-type: none"> ■ 基本的な機能・性能の設定 BIM実行計画書v2の締結（OとAの締結） O 基本計画に基づいた設計条件等の整理 A① 基本設計の策定（基本設計図書の作成） ・基本計画に基づいた意匠、構造、設備の各種機能・性能の設計 ・概算工事費の検討 ・設計及び工事スケジュールの立案 O 基本設計の確認・承認 C③ ライフサイクルコンサルティング業務等 		<ul style="list-style-type: none"> ■ 基本設計BIMの作成 BIM 基本的な機能・性能を定義した空間要素の作成 配置情報、平面情報、断面情報、立面情報 面積情報、仕上情報、 <u>主要構造部材の配置及び断面(仮定断面)情報(主に解析モデル範囲)*</u> <u>主要な床置設備機器配置情報、インフラ共有ルート情報*</u> 2D図書 計画説明書、仕様概要書、設計概要書、設計・工事スケジュール表 <u>主要構造部材の配置及び断面(仮定断面)情報(主に解析モデル範囲外)*</u> 工事費概算書 <u>* 建築設計標準外業務(特約業務)</u>
	S3	<ul style="list-style-type: none"> ■ 機能・性能に基づいた一般図（平面、立面、断面）の確定 BIM実行計画書v3の締結（OとAの締結） 基本設計をより詳細に具体化し、意匠・構造・設備の主な機能・性能を確定 O 基本設計に基づいた設計条件の確認・修正 A① 実施設計1図書の策定 設計条件に基づいた意匠、構造、設備の各種性能の確定 概算工事費の検討 設計及び工事スケジュールの設定 O 実施設計1の確認・承認 C② 工事発注・契約の支援業務等 C③ ライフサイクルコンサルティング業務等 C⑤ (施工技術コンサルティング業務等) 		<ul style="list-style-type: none"> ■ 実施設計1BIMの作成 BIM 空間要素への仕様情報の追加 配置情報、平面情報、断面情報、立面情報、 面積情報、仕上情報等 各種意匠情報、各種構造情報、各種設備情報 意匠、構造詳細情報 2D図書 建築物概要書、仕様書、設計・工事スケジュール表 構造の基準図（一般図）、工事費概算書
	S4	<ul style="list-style-type: none"> ■ 工事を的確に行うことが可能な設計図書の作成 BIM実行計画書v4の締結（OとAの締結） O 実施設計1に基づいた設計条件の確認 A① 実施設計2図書の策定 設計条件に基づいた意匠、構造、設備の各詳細の仕様確定、建築確認申請図等の作成、概算工事費の検討 設計及び工事スケジュールの検討 O 実施設計2（工事を的確に行うことが可能な設計図書）の確認・承認 C② 工事発注・契約の支援業務等 C③ ライフサイクルコンサルティング業務等 C⑤ (施工技術コンサルティング業務等) 		<ul style="list-style-type: none"> ■ 実施設計2BIMの作成 BIM 上記、実施設計1BIMに加えて 空間要素の詳細仕様情報の調整 意匠、構造、設備詳細情報及び各種機器情報の調整 意匠、構造、設備詳細情報 統合プロット(主要な部分) 2D図書 建築物概要書、仕様書、設計・工事スケジュール表 建築各種計算書、構造計算書、設備各種計算書、 構造詳細情報、工事費概算書 ■ 実施設計2BIM等から建築確認申請図書等の作成 実施設計2BIM等から、建築確認等に必要の図書の作成

(a) S0~S4

S0 企画		
S0 企画	<h2>STAGE 0</h2> <p>事業計画の検討・立案 (事業の可能性の検討)</p>	企画 成果品
項目	凡例	BIMデータと図書 例
業務目標		BIMモデルイメージ例
成果品	<p>【BIMデータ】</p> <p>BIM ポリウムモデル作成</p> <p>配置情報、平面情報、断面情報、面積情報</p> <p>・ポリウム検討 ・部屋：概略配置（用途）</p>	 <p>〔マス〕ポリウム検討例</p>
	<p>【図書】</p> <p>BIM 配置計画図、機能図（ゾーニング図）、面積表</p> <p>2D図書 計画概要、設計・工事スケジュール表</p> <p>工事費概算書</p>	

(a) S0（企画）における BIM データと図書の例（意匠）

■ S1 基本計画			
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">企画</p> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">S1</p> <p>基本計画</p>	<p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">STAGE 1</p> <p>条件整理のための 建築計画の検討・立案</p>	<p>基本計画 成果品</p>	
項目	凡例	BIMデータと図書 例	BIMモデルイメージ例
業務目標		ゾーニングボリュームモデルの作成	
<p>成果品</p>		<p>【BIMデータ】</p> <p>BIM ゾーニングボリュームモデル作成</p> <p>配置情報、ゾーニング平面情報、断面情報、面積情報</p> <p>・通り芯 ・レベル仮設定 ・原点決定 ・部屋:概略配置 (用途)</p>	 <p>〔マス・空間要素〕ボリューム検討例</p>
		<p>【図書】</p> <p>BIM 配置計画図、概略平面計画図、断面計画図、面積表</p> <p>2D図書 基本計画概要書</p> <p>設計・工事スケジュール表</p> <p>工事費概算書</p>	

(b) S1（基本計画）における BIM データと図書の例（意匠）

■ S2 基本設計

設計

S2

基本設計

STAGE 2

基本的な機能・性能の設定

基本設計 成果品

項目	凡例	BIMデータと図書 例	BIMモデルイメージ例
業務目標	基本設計BIMの作成		

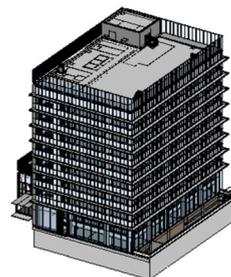
【基本設計BIM】

BIM ・空間要素の設定（用途・性能）

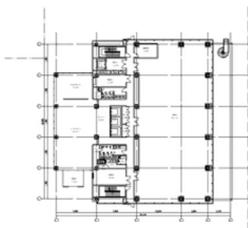
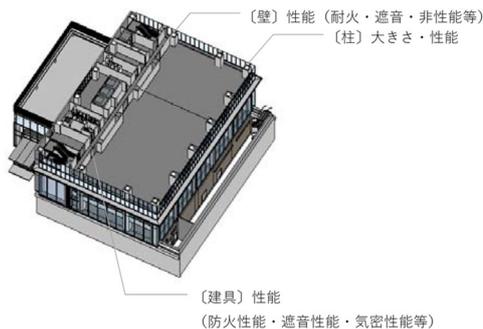
配置情報、平面情報、断面情報、立面情報、面積情報、仕上仮情報の入力

- ・ 通り芯、レベル決定
- ・ 柱：配置（性能） ・ 壁：配置（性能）面積芯仮設定
- ・ 床：配置（性能） ・ 建具：配置（両・片開・防火性能）
- ・ 天井：配置（性能） ・ 機械室、設備シャフト概略設定
- ・ 階段、EVコア概略設定 ・ 階高、天井高、地下深さ、最高高さ設定

※ 機器等は一般（ジェネリック）オブジェクトを標準とする



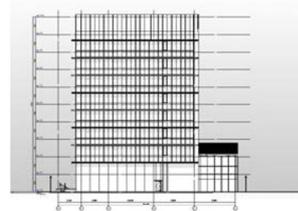
成果品



〔平面〕平面情報例



〔平面〕防火区画例



〔立面〕立面情報例

階	内部		外部		天井		床		仕上
	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12		
1F									
2F									
3F									
4F									
5F									
6F									
7F									
8F									
9F									
10F									
11F									
12F									
13F									
14F									
15F									
16F									
17F									
18F									
19F									
20F									
21F									
22F									
23F									
24F									
25F									
26F									
27F									
28F									
29F									
30F									
31F									
32F									
33F									
34F									
35F									
36F									
37F									
38F									
39F									
40F									
41F									
42F									
43F									
44F									
45F									
46F									
47F									
48F									
49F									
50F									
51F									
52F									
53F									
54F									
55F									
56F									
57F									
58F									
59F									
60F									
61F									
62F									
63F									
64F									
65F									
66F									
67F									
68F									
69F									
70F									
71F									
72F									
73F									
74F									
75F									
76F									
77F									
78F									
79F									
80F									
81F									
82F									
83F									
84F									
85F									
86F									
87F									
88F									
89F									
90F									
91F									
92F									
93F									
94F									
95F									
96F									
97F									
98F									
99F									
100F									

〔表〕内部仕上げ表例

階	内部		外部		天井		床		仕上
	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12		
1F									
2F									
3F									
4F									
5F									
6F									
7F									
8F									
9F									
10F									
11F									
12F									
13F									
14F									
15F									
16F									
17F									
18F									
19F									
20F									
21F									
22F									
23F									
24F									
25F									
26F									
27F									
28F									
29F									
30F									
31F									
32F									
33F									
34F									
35F									
36F									
37F									
38F									
39F									
40F									
41F									
42F									
43F									
44F									
45F									
46F									
47F									
48F									
49F									
50F									
51F									
52F									
53F									
54F									
55F									
56F									
57F									
58F									
59F									
60F									
61F									
62F									
63F									
64F									
65F									
66F									
67F									
68F									
69F									
70F									
71F									
72F									
73F									
74F									

S3 実施設計1 (確定設計)	S3	STAGE 3	機能・性能に基づいた一般図の確定	実施設計1 (確定設計)
設計	実施設計1 (確定設計)			

項目	凡例	BIMデータと図書 例	BIMモデルイメージ例
業務目標	実施設計1BIMの作成		

【実施設計1BIM】

BIM ・空間要素モデルへの仕様情報の追加

- 配置情報、平面情報、断面情報、立面情報、主要部展開情報、
 主要部天井伏情報、概略建具情報、面積情報、仕上情報
- ・柱：仕様設定 ・壁：仕様設定（面積芯決定）
 - ・床：仕様設定（スラブ厚さ） ・建具：仕様設定
 - ・天井：配置 ・機械室、シャフト確定
 - ・階段・EV確定（コア決定） ・階高、天井高、地下深さ
 - ・最高高さ確定

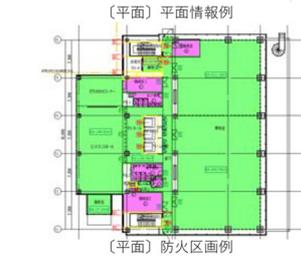
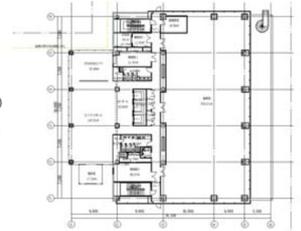
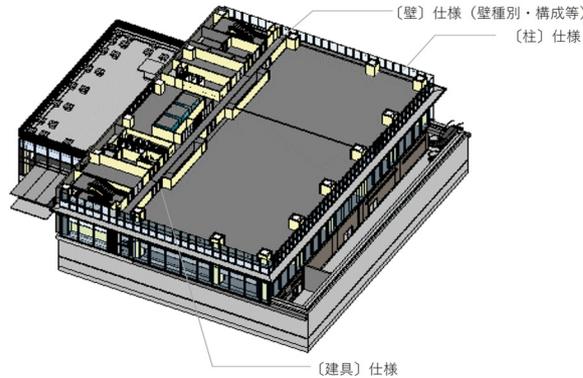
主要部矩計図*1)、主要部平面詳細図*1)、部分詳細図（主要部）*1)、
 防災計画概要検討図

※ 機器等は一般（ジェネリック）オブジェクトを標準とする

*1)詳細図、矩計図等の図面については、BIM上で2D加筆して作成し、
 工事請負契約図書との不整合が無いものを想定する。



成果品

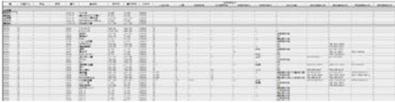
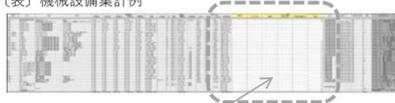


〔表〕建具表例

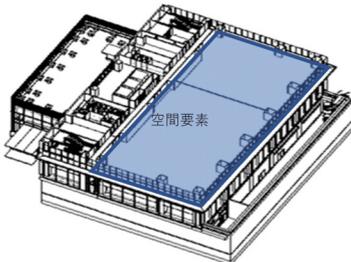
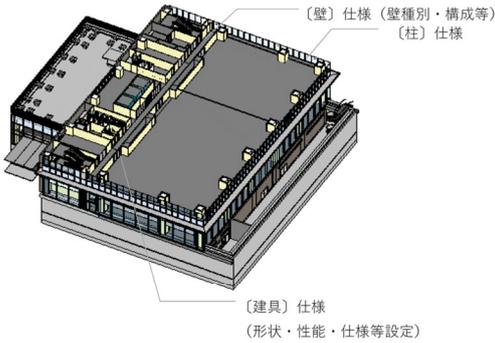
階	種別	名称	仕様	面積	形状	性能	形状	備考
1F	1	1	1	1	1	1	1	1
2F	2	2	2	2	2	2	2	2
3F	3	3	3	3	3	3	3	3
4F	4	4	4	4	4	4	4	4
5F	5	5	5	5	5	5	5	5
6F	6	6	6	6	6	6	6	6
7F	7	7	7	7	7	7	7	7
8F	8	8	8	8	8	8	8	8
9F	9	9	9	9	9	9	9	9
10F	10	10	10	10	10	10	10	10
11F	11	11	11	11	11	11	11	11
12F	12	12	12	12	12	12	12	12
13F	13	13	13	13	13	13	13	13
14F	14	14	14	14	14	14	14	14
15F	15	15	15	15	15	15	15	15
16F	16	16	16	16	16	16	16	16
17F	17	17	17	17	17	17	17	17
18F	18	18	18	18	18	18	18	18
19F	19	19	19	19	19	19	19	19
20F	20	20	20	20	20	20	20	20
21F	21	21	21	21	21	21	21	21
22F	22	22	22	22	22	22	22	22
23F	23	23	23	23	23	23	23	23
24F	24	24	24	24	24	24	24	24
25F	25	25	25	25	25	25	25	25
26F	26	26	26	26	26	26	26	26
27F	27	27	27	27	27	27	27	27
28F	28	28	28	28	28	28	28	28
29F	29	29	29	29	29	29	29	29
30F	30	30	30	30	30	30	30	30
31F	31	31	31	31	31	31	31	31
32F	32	32	32	32	32	32	32	32
33F	33	33	33	33	33	33	33	33
34F	34	34	34	34	34	34	34	34
35F	35	35	35	35	35	35	35	35
36F	36	36	36	36	36	36	36	36
37F	37	37	37	37	37	37	37	37
38F	38	38	38	38	38	38	38	38
39F	39	39	39	39	39	39	39	39
40F	40	40	40	40	40	40	40	40
41F	41	41	41	41	41	41	41	41
42F	42	42	42	42	42	42	42	42
43F	43	43	43	43	43	43	43	43
44F	44	44	44	44	44	44	44	44
45F	45	45	45	45	45	45	45	45
46F	46	46	46	46	46	46	46	46
47F	47	47	47	47	47	47	47	47
48F	48	48	48	48	48	48	48	48
49F	49	49	49	49	49	49	49	49
50F	50	50	50	50	50	50	50	50
51F	51	51	51	51	51	51	51	51
52F	52	52	52	52	52	52	52	52
53F	53	53	53	53	53	53	53	53
54F	54	54	54	54	54	54	54	54
55F	55	55	55	55	55	55	55	55
56F	56	56	56	56	56	56	56	56
57F	57	57	57	57	57	57	57	57
58F	58	58	58	58	58	58	58	58
59F	59	59	59	59	59	59	59	59
60F	60	60	60	60	60	60	60	60
61F	61	61	61	61	61	61	61	61
62F	62	62	62	62	62	62	62	62
63F	63	63	63	63	63	63	63	63
64F	64	64	64	64	64	64	64	64
65F	65	65	65	65	65	65	65	65
66F	66	66	66	66	66	66	66	66
67F	67	67	67	67	67	67	67	67
68F	68	68	68	68	68	68	68	68
69F	69	69	69	69	69	69	69	69
70F	70	70	70	70	70	70	70	70
71F	71	71	71	71	71	71	71	71
72F	72	72	72	72	72	72	72	72
73F	73	73	73	73	73	73	73	73
74F	74	74	74	74	74	74	74	74
75F	75	75	75	75	75	75	75	75
76F	76	76	76	76	76	76	76	76
77F	77	77	77	77	77	77	77	77
78F	78	78	78	78	78	78	78	78
79F	79	79	79	79	79	79	79	79
80F	80	80	80	80	80	80	80	80
81F	81	81	81	81	81	81	81	81
82F	82	82	82	82	82	82	82	82
83F	83	83	83	83	83	83	83	83
84F	84	84	84	84	84	84	84	84
85F	85	85	85	85	85	85	85	85
86F	86	86	86	86	86	86	86	86
87F	87	87	87	87	87	87	87	87
88F	88	88	88	88	88	88	88	88
89F	89	89	89	89	89	89	89	89
90F	90	90	90	90	90	90	90	90
91F	91	91	91	91	91	91	91	91
92F	92	92	92	92	92	92	92	92
93F	93	93	93	93	93	93	93	93
94F	94	94	94	94	94	94	94	94
95F	95	95	95	95	95	95	95	95
96F	96	96	96	96	96	96	96	96
97F	97	97	97	97	97	97	97	97
98F	98	98	98	98	98	98	98	98
99F	99	99	99	99	99	99	99	99
100F	100	100	100	100	100	100	100	100

〔表〕面積表例

階	種別	名称	仕様	面積	形状	性能	形状	備考
1F	1	1	1	1	1	1	1	1
2F	2	2	2	2	2	2	2	2
3F	3	3	3	3	3	3	3	3
4F	4	4	4	4	4	4	4	4
5F	5	5	5	5	5	5	5	5
6F	6	6	6	6	6	6	6	6
7F	7	7	7	7	7	7	7	7
8F	8	8	8	8	8	8	8	8
9F	9	9	9	9	9	9	9	9
10F	10	10	10	10	10	10	10	10
11F	11	11	11	11	11	11	11	11
12F	12	12	12	12	12	12	12	12
13F	13	13	13	13	13	13	13	13
14F	14	14	14	14	14	14	14	14
15F	15	15	15	15	15	15	15	15
16F	16	16	16	16	16	16	16	16
17F	17	17	17	17	17	17	17	17
18F	18	18	18	18	18	18	18	18
19F	19	19	19	19	19	19	19	19
20F	20	20	20	20	20	20	20	20
21F	21	21	21	21	21	21	21	21
22F	22	22	22	22	22	22	22	22
23F	23	23	23	23	23	23	23	23
24F	24	24	24	24	24	24	24	24
25F	25	25	25	25	25	25	25	25
26F	26	26	26	26	26	26	26	26
27F	27	27	27	27	27	27	27	27
28F	28	28	28	28	28	28	28	28
29F	29	29	29	29	29	29	29	29
30F	30	30	30	30	30	30	30	30
31F	31	31	31	31	31	31	31	31
32F	32	32	32	32	32	32	32	32
33F	33	33	33	33	33	33	33	33
34F	34	34	34	34	34	34	34	34
35F	35	35	35	35	35	35	35	35
36F	36	36	36	36	36	36	36	36
37F	37	37	37	37	37	37	37	37
38F	38	38	38	38	38	38	38	38

■ S5 維持管理BIM作成																																																									
維持管理BIM作成	S5	STAGE 5																																																							
	維持管理BIM作成	実施設計2 BIMから維持管理BIMの作成・調整	維持管理BIM作成																																																						
項目	凡例	BIMデータと図書 例	BIMモデルイメージ例																																																						
業務目標	実施設計2BIMから施工情報、製作情報を反映して維持管理BIMを作成・調整																																																								
成果品	<p>【維持管理BIMモデル】</p> <p>BIM 進捗に合わせて確定した施工BIM、製作BIMからメーカー情報等、維持管理に必要な情報の入力</p> <p>※ 機器等はジェネリックオブジェクトに汎用情報を採用メーカー情報に書換える</p> <p>発注者の利用目的により作成する維持管理BIMの成果物も異なるが、一例を下記に示す。</p> <p>【意匠】</p> <p>BIM 仕上表、面積表及び求積図、配置図、平面図（各階）、断面図、立面図（各面） 展開図、天井伏図（各階）、建具表 矩計図、平面詳細図、部分詳細図</p> <p>【構造】</p> <p>BIM 伏図（各階）、軸組図 部材断面表</p> <p>【電気設備】</p> <p>BIM 配置図、負荷表 電灯・コンセント設備平面図（各階）、動力設備平面図（各階）、 通信・情報設備平面図（各階）、火災報知等設備平面図（各階）、 その他設置設備設計図、屋外設備図</p> <p>【給排水衛生設備】</p> <p>BIM 配置図、機器表、器具表 給排水衛生設備配管平面図（各階） 消火設備平面図（各階）、その他設置設備設計図、屋外設備図</p> <p>【空調換気設備】</p> <p>BIM 配置図、機器表、器具表 空調設備平面図（各階）、換気設備平面図（各階）、 その他設置設備設計図、屋外設備図</p> <p>【昇降機等】</p> <p>BIM 配置図、昇降機等平面図、昇降機等断面図、</p>	<p>（表）スペース集計例</p>  <p>（表）機械設備集計例</p>  <p>メーカー情報</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>設備名</th> <th>メーカー名</th> <th>品番</th> <th>メーカー情報</th> <th>設備設備名</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00.0.0.0</td> <td>〇〇工業株式会社</td> <td>AM-MX/A0-30</td> <td>コジクタク型空調機</td> <td>https://www.sin</td> </tr> <tr> <td>00.0.0.1</td> <td>〇〇工業株式会社</td> <td>AM-MX/A0-40</td> <td>コジクタク型空調機</td> <td>https://www.sin</td> </tr> <tr> <td>00.0.0.2</td> <td>〇〇工業株式会社</td> <td>AM-MX/A0-50</td> <td>コジクタク型空調機</td> <td>https://www.sin</td> </tr> <tr> <td>00.0.0.3</td> <td>〇〇工業株式会社</td> <td>AM-MX/A0-60</td> <td>コジクタク型空調機</td> <td>https://www.sin</td> </tr> <tr> <td>00.0.0.4</td> <td>〇〇工業株式会社</td> <td>AM-MX/A0-80</td> <td>コジクタク型空調機</td> <td>https://www.sin</td> </tr> <tr> <td>00.0.0.5</td> <td>〇〇工業株式会社</td> <td>CG-01</td> <td>CO2削減型換気扇</td> <td>https://www.sin</td> </tr> <tr> <td>00.0.0.6</td> <td>〇〇工業株式会社</td> <td>CFM-3</td> <td>CFM-3 (A-HI) カセット用 CFM</td> <td>https://www.sin</td> </tr> <tr> <td>00.0.0.7</td> <td>〇〇工業株式会社</td> <td>CFM-3-01</td> <td>CFM-3 (A-HI) カセット用 CFM</td> <td>https://www.sin</td> </tr> <tr> <td>00.0.0.8</td> <td>〇〇工業株式会社</td> <td>KH-3-40</td> <td>屋外設置型 全半型</td> <td>https://www.sin</td> </tr> <tr> <td>00.0.0.9</td> <td>〇〇工業株式会社</td> <td>KV3-40</td> <td>屋外設置型 全半型</td> <td>https://www.sin</td> </tr> </tbody> </table>	設備名	メーカー名	品番	メーカー情報	設備設備名	00.0.0.0	〇〇工業株式会社	AM-MX/A0-30	コジクタク型空調機	https://www.sin	00.0.0.1	〇〇工業株式会社	AM-MX/A0-40	コジクタク型空調機	https://www.sin	00.0.0.2	〇〇工業株式会社	AM-MX/A0-50	コジクタク型空調機	https://www.sin	00.0.0.3	〇〇工業株式会社	AM-MX/A0-60	コジクタク型空調機	https://www.sin	00.0.0.4	〇〇工業株式会社	AM-MX/A0-80	コジクタク型空調機	https://www.sin	00.0.0.5	〇〇工業株式会社	CG-01	CO2削減型換気扇	https://www.sin	00.0.0.6	〇〇工業株式会社	CFM-3	CFM-3 (A-HI) カセット用 CFM	https://www.sin	00.0.0.7	〇〇工業株式会社	CFM-3-01	CFM-3 (A-HI) カセット用 CFM	https://www.sin	00.0.0.8	〇〇工業株式会社	KH-3-40	屋外設置型 全半型	https://www.sin	00.0.0.9	〇〇工業株式会社	KV3-40	屋外設置型 全半型	https://www.sin
	設備名	メーカー名	品番	メーカー情報	設備設備名																																																				
	00.0.0.0	〇〇工業株式会社	AM-MX/A0-30	コジクタク型空調機	https://www.sin																																																				
	00.0.0.1	〇〇工業株式会社	AM-MX/A0-40	コジクタク型空調機	https://www.sin																																																				
	00.0.0.2	〇〇工業株式会社	AM-MX/A0-50	コジクタク型空調機	https://www.sin																																																				
	00.0.0.3	〇〇工業株式会社	AM-MX/A0-60	コジクタク型空調機	https://www.sin																																																				
	00.0.0.4	〇〇工業株式会社	AM-MX/A0-80	コジクタク型空調機	https://www.sin																																																				
	00.0.0.5	〇〇工業株式会社	CG-01	CO2削減型換気扇	https://www.sin																																																				
	00.0.0.6	〇〇工業株式会社	CFM-3	CFM-3 (A-HI) カセット用 CFM	https://www.sin																																																				
	00.0.0.7	〇〇工業株式会社	CFM-3-01	CFM-3 (A-HI) カセット用 CFM	https://www.sin																																																				
00.0.0.8	〇〇工業株式会社	KH-3-40	屋外設置型 全半型	https://www.sin																																																					
00.0.0.9	〇〇工業株式会社	KV3-40	屋外設置型 全半型	https://www.sin																																																					

(f) S5（施工）における BIM データと図書の例（意匠）

S6 引渡し			
引渡し	S6	STAGE 6	
	引渡し	建築物の性能・仕様の完成確認と 維持管理BIMの引渡し・調整	引渡し
項目	凡例	BIMデータと図書 例	BIMモデルイメージ例
業務目標		維持管理BIMの引渡し・調整	
成果品	BIM	<p>メーカー情報等、維持管理に必要な確定情報の入力と確認。 空間要素構成モデルへの確定仕様情報の反映</p> <p>平面情報、断面情報、立面情報、配置情報、展開情報、 天井伏情報、建具情報、面積情報、仕上情報の反映</p> <p>※ 機器等は一般（ジェネリック）オブジェクトに汎用情報を採用メーカー情報に書換える</p> <p>維持管理・運用に引渡すデータは利用ニーズによって異なり、表形式のデータだけで済む場合や、BIMモデルを必要とする場合があり、さらにBIMモデルもどこまで入力されたものを必要とするかを事前に確認しておく必要がある。 その上で、維持管理・運用に必要な情報を整えた上で、データやBIMモデルの引渡しを行う。</p> <p>1. 表形式データでの引渡し（面積、仕様情報等） 2. BIMモデルでの引渡し</p> <p>①空間要素</p>  <p>②空間要素 + 建築要素</p>  <p>【図書】</p> <p>20図書 【保全に関する資料等】</p> <ul style="list-style-type: none"> 建築物等の利用に関する説明書 機器取扱説明書 機器性能試験成績書 官公署届出書類 主要な材料、機器一覧表 	
			参考-p25

(g) S6（引渡し）における BIM データと図書の例（意匠）

■ S7 維持管理・運用			
維持管理	S7 維持管理・運用	STAGE 7 維持管理・運用	維持管理
	項目	凡例	BIMデータと図書 例
業務目標		維持管理BIMを活用した維持管理・運用	
BIM活用	BIM 維持管理BIMを活用して維持管理・運営を行う。 (維持管理・運用で考えられるサービスの例) (会計) ・固定資産管理やリース資産管理等、会計上必要となる情報の取得 (賃借管理、ワークスペース管理) ・テナントの賃借管理や、会議室予約、スペースの利用状況等の管理が可能 (管理業務の効率化) ・各種報告書のデジタル化とBIMモデルとのリンク付け ・空間情報等を活用した、日常的なマネジメント業務 (日常清掃・点検・予防保全)の将来的な自動化・省人化が図られる。 ・災害時の避難行動や、イベント開催時の動線等のシミュレーションへ活用できる。 ・建築基準法令等に基づく維持管理及び定期報告に活用できる。 (LCCの把握と予測への活用) ・日常建物管理で設備機器付属部品、メンテナンス部品の交換等、設備機器情報の更新を行うことで、常に最新情報把握が可能 ・エネルギー消費量や光熱水費等を収集しているBEMSデータ等の取込みにより、エネルギー管理が可能 ・定期点検で免震・制振装置、メンテナンス部品の交換等、機器情報の更新を行うことで、常に最新情報把握が可能 (緊急対応) ・設備機器等の不具合が生じた場合、維持管理BIM内の機器情報等から即時に該当機器情報が把握でき、早期の対応が可能 ・地震等の災害が生じた場合、維持管理BIM内の免震・制振装置の情報等から即時に該当機器情報が把握でき、早期の対応が可能 (長期修繕計画立案への活用) ・長期修繕計画に基づいて建物改修、設備機器更新等の計画情報を立て維持管理BIMにインプットすることで情報の見える化が可能		

(h) S7（維持管理）における BIM データと図書の例（意匠）

図6 意匠の各ステージの BIM による成果物³⁾

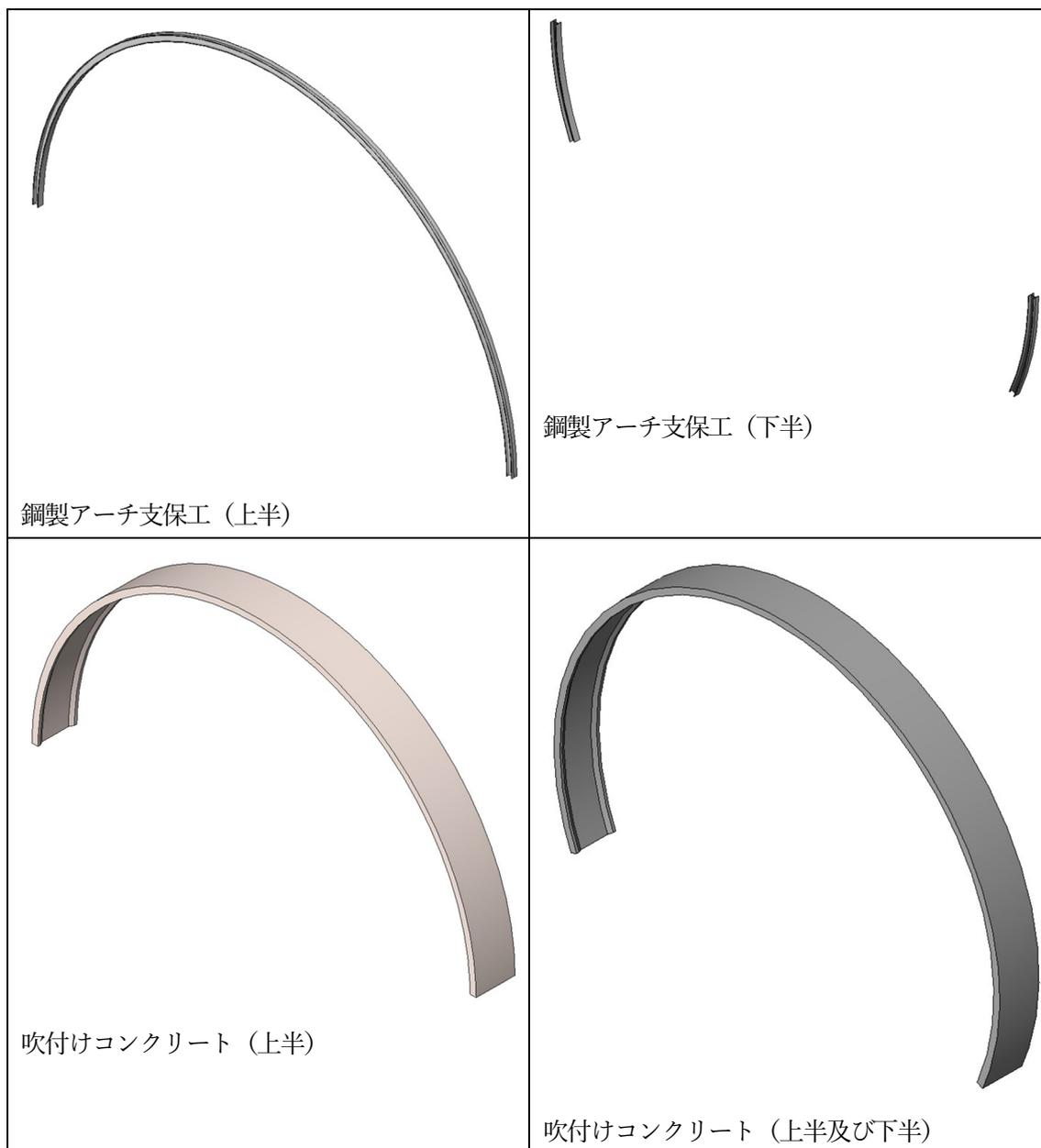


図6 部品（ファミリー）として作成した鋼製アーチ支保工及び吹付けコンクリート

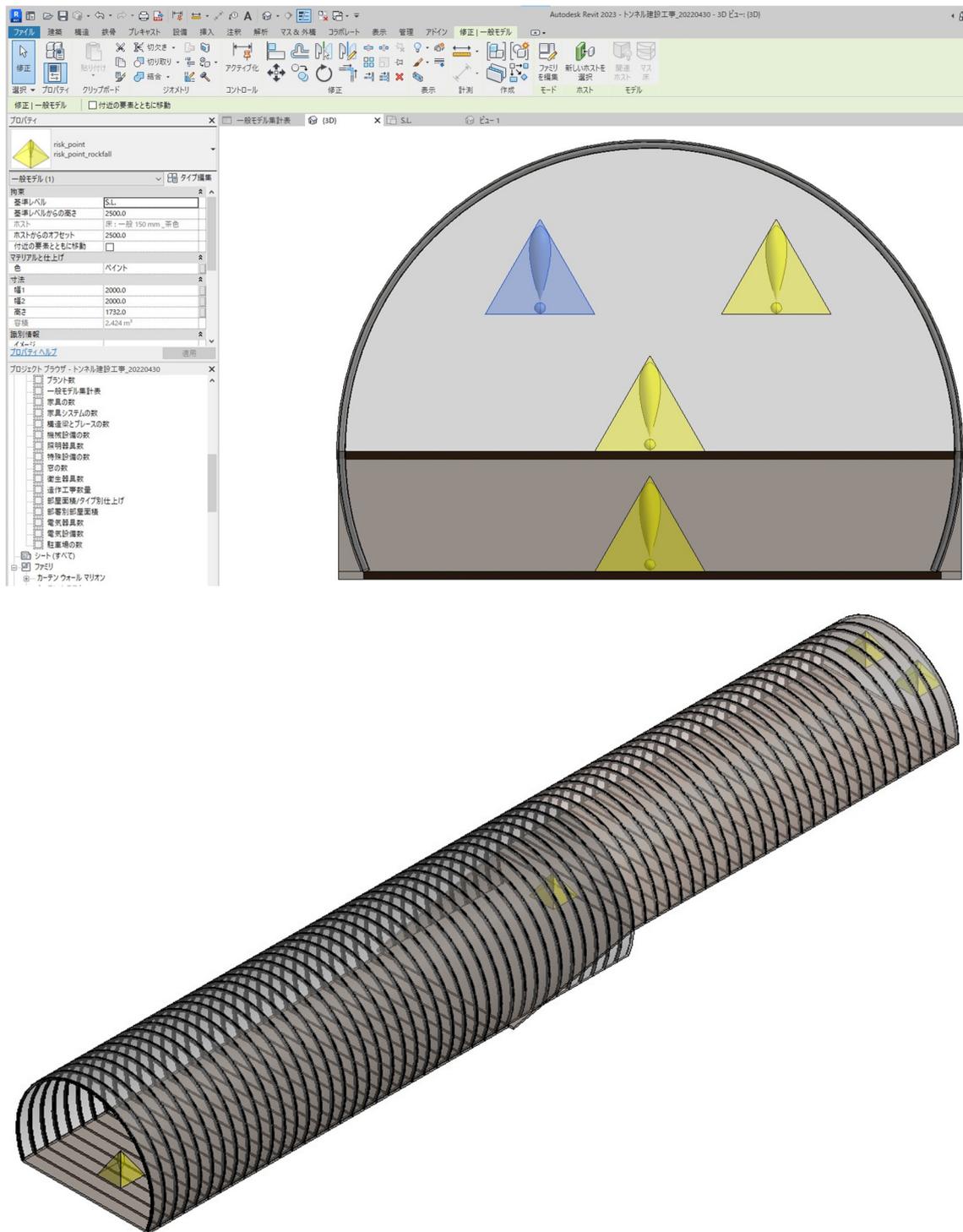


図7 トンネル建設プロジェクトファイルに設置したリスクポイントの例

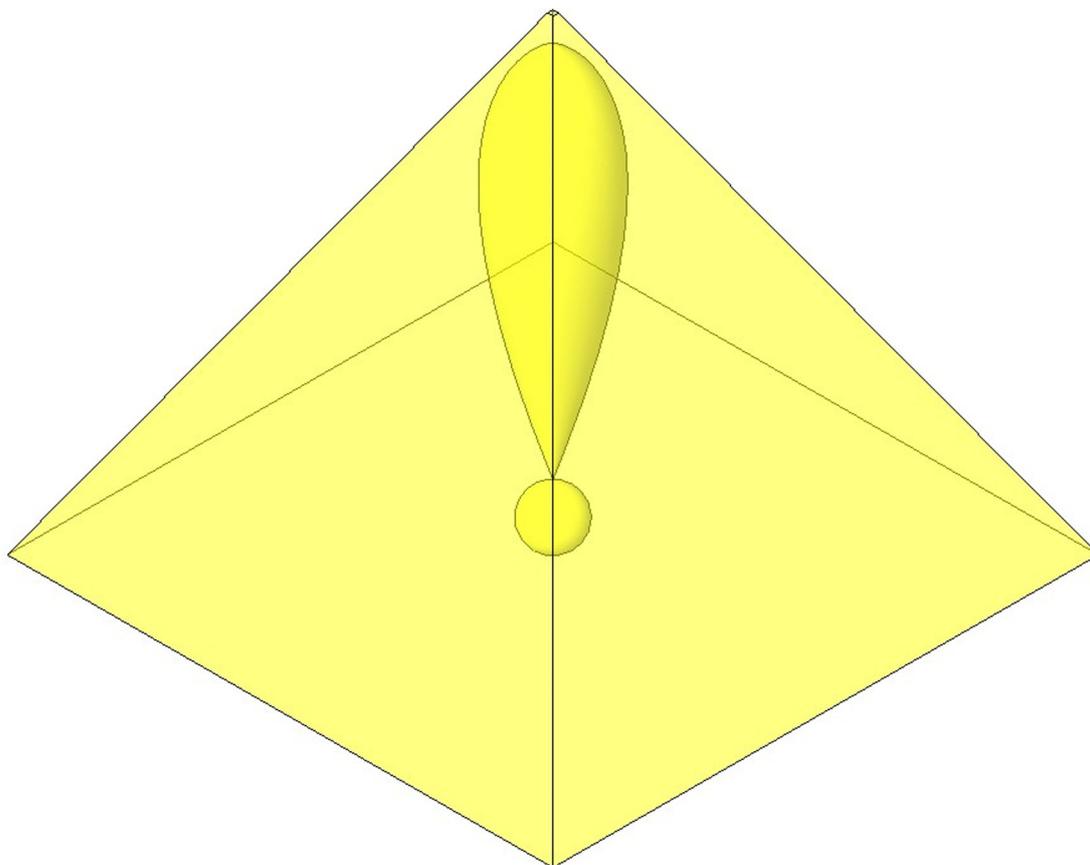


図8 部品（ファミリー）としてのリスクポイント

表1 トンネル建設プロジェクトにおけるリスクポイントの集計表

＜一般モデル集計表＞						
A	B	C	D	E	F	G
モデル	コメント(タイプ)	容積	構築フェーズ	解体フェーズ	説明	個数
肌落ちリスク	リスク大	2.42 m ³	フェーズ 1	なし	鏡吹付け等	1
粉塵暴露リスク	リスク中	2.42 m ³	フェーズ 1	なし	換気(送気集塵捕集方式)	1
重機との接触リスク	リスク大	2.42 m ³	フェーズ 1	なし	重機と人の空間・時間分離	1
地質・地盤リスク	リスク大	2.42 m ³	フェーズ 1	なし	地盤調査	1

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)	Vol. 77 No. 1	1-13	2021
吉川直孝 大幢勝利 平岡伸隆 豊澤康男	労働安全衛生の観点から見たフロントローディングへの期待 (第1回)	仮設機材マンスリー	4月号	pp. 30-32	2021
吉川直孝 大幢勝利 平岡伸隆 豊澤康男	労働安全衛生の観点から見たフロントローディングへの期待 (第2回)	仮設機材マンスリー	5月号	pp. 21-24	2021
吉川直孝 大幢勝利 平岡伸隆 豊澤康男	労働安全衛生の観点から見たフロントローディングへの期待 (第3回)	仮設機材マンスリー	6月号	pp. 18-22	2021
吉川直孝 大幢勝利 平岡伸隆 高橋弘樹	建設業における設計段階からの安全衛生対策の好事例紹介	安全工学シンポジウム2021	2021	pp. 158-161	2021
大幢勝利 高橋弘樹 吉川直孝 平岡伸隆	建設業における安全衛生対策の海外の制度	安全工学シンポジウム2021	2021	pp. 168-169	2021

豊澤康男, 大 幢勝利, 吉川 直孝, 平岡伸 隆, 伊藤和也	SAFETYⅡやDXなどの最近の建 設労働安全の課題について	安全問題討論 会'21資料集	2021	CD-ROM	2021
--	-----------------------------------	-------------------	------	--------	------

令和4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3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)
人を対象とする生命科学・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"/>
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"/>
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」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系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4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3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・センター長

(氏名・フリガナ) 大嶋勝利・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)
人を対象とする生命科学・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"/>
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"/>
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」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系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。

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3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)
人を対象とする生命科学・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"/>
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"/>
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」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系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4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3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)
人を対象とする生命科学・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"/>
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"/>
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」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系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4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3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)
人を対象とする生命科学・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"/>
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"/>
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」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系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4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3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)
人を対象とする生命科学・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"/>
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"/>
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」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系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。