

令和4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4年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 吉川 直孝

令和5（2023）年 5月

## 目 次

I. 総括研究報告	
建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究 吉川直孝、平岡伸隆、大幢勝利、伊藤和也、高橋弘樹、堀智仁、佐藤嘉彦、 高橋明子、豊澤康男	1
II. 分担研究報告	
1. 建設工事における安全衛生の確保のための 設計段階の措置の確立に向けた提言 吉川直孝、平岡伸隆、大幢勝利、伊藤和也、豊澤康男	8
2. 急傾斜地崩壊防止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 伊藤和也、吉川直孝、平岡伸隆、豊澤康男、柴田達哉	49
3. 急傾斜地崩壊防止工事における安全衛生の確保のための 設計段階のリスク低減措置に関する研究 伊藤和也、吉川直孝、平岡伸隆、豊澤康男、柴田達哉	76
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	94

総括研究報告書（吉川直孝、平岡伸隆、大幢勝利、伊藤和也、高橋弘樹、堀智仁、佐藤嘉彦、高橋明子、豊澤康男）

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	高橋明子	（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、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を体系的にまとめた。また、具体の試みとして、急傾斜地崩壊防止工事を取り上げ、設計段階からのリスク低減措置を検討した。これらの結果から、発注者、設計者及び施工者が行うことが望ましい取組として、以下の事項を提言した。

- ・設計図書等に、施工性、経済性、耐久性、維持管理、環境保全、美観等の要件を記載することに加えて、労働安全衛生の要件を追記すること。
- ・「設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）」、「BIM/CIM（Building Information Modeling / Construction Information Modeling）」、「DR（デザインレビュー）」、「FL（フロントローディング）会議」等を積極的に利用すること。
- ・発注者、設計者、施工者等の関係者が協力し、基本設計の段階から、実施設計、施工計画、施工、維持管理、補修、解体等の各段階において想定されるハザード又はリスクを列挙し、リスク登録表等に記載すること。
- ・発注者、設計者、施工者等の関係者が協力し、設計段階において、合理的に実施可能な範囲内で、想定される全てのリスクを除去又は低減すること。除去又は低減できないリスクについては、リスク登録表等を利用し後工程に適切に伝達すること。
- ・建設プロジェクト終了後、各段階におけるリスク登録表等を整理し、将来の建設プロジェクトのチェックリストとすること。なお、建設工事の種類ごとに整理すること。

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 高橋明子

（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

⑧ 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、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を体系的にまとめ、設計段階の措置の確立に向け提言することを目的とする。

また、具体の試みとして、急傾斜地崩壊防止工事を取り上げ、設計段階からのリスク低減措置を検討することを目的とする。

## B. 研究方法

本研究では、これまで本研究課題として実施してきた研究成果<sup>1)~5)</sup>に加えて、これまで著者らが発表してきた既往研究<sup>6)~11)</sup>も含めて、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を体系的にまとめる方法を採用した。

また、具体的な事例として、急傾斜地崩壊防止工事を取り上げ、「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン（基安発 0629 第 1 号）（以下、「斜面ガイドライン」という。）」と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」）との比較検討を行った。さらに、急傾斜地崩壊防止工事における一般型枠工と残存型枠工について、安全性、施工性、経済性等の観点から施工方法を比較した。

## C. 研究結果

日本の製造業と建設業の 10 万人当たりの死亡者数（死亡率＝死亡者数／就業者数×100,000）を比較すると、製造業に比べ、建設業の死亡率が高いことがわかった。また、英国、シンガポール、独国等の建設業の死亡率とも比較すると、日本の死亡率が高いことも明らかとなった。このため、製造業

の労働安全衛生に対する考え方、また海外の建設業の取り組みについて主に調査した。

製造業の労働安全衛生の考え方は、機械安全分野の安全衛生の考え方に基づいていることから、機械安全分野のハザード、リスク、危害、安全、許容可能なリスク等の定義、リスクアセスメントを概観した。機械安全分野では、「本質的安全設計」、「安全防護」、「使用上の情報の提供」というスリーステップメソッドにより、リスクを除去又は低減させていた。

日本の建設業では、労働安全衛生法の労使関係上、施工中の労働安全衛生の主な役割と責務は施工者にある。そのため、建設業において「本質的安全設計」を考慮することは困難な場合もある。「本質的安全設計」が図られるような社会的な枠組みが必要であるとの考えのもと、英国、シンガポール、独国等を主に調査した。

英国では、(a)発注者、設計者及び施工者の役割と責務の規定、(b)建設プロジェクトの体制（ECI の採用等）、(c)教育機関の充実、がアドバンテージとして挙げられた。

シンガポールでは、基本設計、実施設計、施工前等の各段階が終了した後、デザインレビューを実施し、想定される全てのハザード及びリスクをリスク登録表に記載する取り組みを行政施策として打ち出していた。

独国では、行政機関から BIM4INFRA ハンドブックを公表し、設計段階において、BIM を用いて労働安全衛生のテストを実施することを紹介していた。

次に、急傾斜地崩壊防止工事における「斜面ガイドライン」と「スリーステップメソッド」との比較検討から、発注者は設計者及び施工者へリスクを移転するのではなく、「共

通仕様書」又は「特記仕様書」に斜面ガイドラインの適用を明記することが重要であることが明らかとなった。

また、残存型枠工を採用した場合、型枠内で作業をすることにより背面の土砂が崩壊した場合には裏型枠が簡易的な土留めとなり、直接的な被災を免れる可能性があることが利点である。また、擁壁と背後地山の掘削面の間は、型枠と足場が不要となるため、幅を狭くすることができ、斜面切土範囲を少なくすること、掘削勾配を緩くすることができる利点がある。

#### D. 考察

本研究結果から、機械安全分野における「本質的安全設計」を社会的な枠組みの中に取り入れるためには、これまで施工性、経済性、耐久性、維持管理、環境保全、美観等の要件を記載してきた設計図書等に、労働安全衛生の要件を追記することが望ましい。また、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ては、「FL（フロントローディング）会議」、「DR（デザインレビュー）」、「設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）」及び「BIM/CIM」がキーワードとして考えている。これらのツールを利用し、発注、設計段階から想定されるハザード又はリスクをリスク登録表等に記載し、合理的に実施可能な範囲内で、想定される全てのリスクを除去又は低減することが重要である。除去又は低減できないリスクについては、リスク登録表等を利用し後工程に適切に伝達する必要がある。さらに、建設プロジェクト終了後、各段階におけるリスク登録表等を整理し、将来の建設プロジェクトのチェックリ

ストとすることが望まれる。なお、建設工事の種類ごとに整理することが望ましい。

#### E. 結論

本研究では、発注者、設計者及び施工者が行うことが望ましい取組として、以下の事項を提言する。

##### 1. 発注者による取組

- ・設計図書等に、施工性、経済性、耐久性、維持管理、環境保全、美観等の要件を記載することに加えて、労働安全衛生の要件を追記すること。
- ・「設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）」、「BIM/CIM」、「DR（デザインレビュー）」、「FL（フロントローディング）会議」等を積極的に利用すること。
- ・設計者、施工者等と協力し、基本設計の段階から、実施設計、施工計画、施工、維持管理、補修、解体等の各段階において想定されるハザード又はリスクを列挙し、リスク登録表等に記載すること。
- ・設計者、施工者等と協力し、設計段階において、合理的に実施可能な範囲内で、想定される全てのリスクを除去又は低減すること。除去又は低減できないリスクについては、リスク登録表等を利用し後工程に適切に伝達すること。
- ・建設プロジェクト終了後、各段階におけるリスク登録表等を整理し、将来の建設プロジェクトのチェックリストとすること。なお、工種ごとに整理すること。

##### 2. 設計者による取組

- ・設計業務の成果物等に、施工性、経済性、耐久性、維持管理、環境保全、美観等の要件を記載することに加えて、労働安

全衛生の要件を追記すること。

・「設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）」、「BIM/CIM」、「DR（デザインレビュー）」、「FL（フロントローディング）会議」等を積極的に利用すること。

・発注者、施工者等と協力し、基本設計の段階から、実施設計、施工計画、施工、維持管理、補修、解体等の各段階において、想定されるハザード又はリスクを列挙し、リスク登録表等に記載すること。

・発注者、施工者等と協力し、設計段階において、合理的に実施可能な範囲内で、想定される全てのリスクを除去又は低減すること。除去又は低減できないリスクについては、リスク登録表等を利用し後工程に適切に伝達すること。

・建設プロジェクト終了後、各段階におけるリスク登録表等を整理し、将来の建設プロジェクトのチェックリストとすること。なお、工種ごとに整理すること。

### 3. 施工者による取組

・「設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）」、「BIM/CIM」、「DR（デザインレビュー）」、「FL（フロントローディング）会議」等を積極的に利用すること。

・設計段階に関与できる発注方式の場合、発注者、設計者等と協力し、設計業務の成果物等に、施工性、経済性、耐久性、維持管理、環境保全、美観等の要件を記載することに加えて、労働安全衛生の項目を追記すること。

・設計段階に関与できる発注方式の場合、発注者、設計者等と協力し、基本設計の段階から、実施設計、施工計画、施工、維持管理、補修、解体等の各段階におい

て、想定されるハザード又はリスクを列挙し、リスク登録表等に記載すること。

・設計段階に関与できる発注方式の場合、発注者、設計者等と協力し、設計段階において、合理的に実施可能な範囲内で、想定される全てのリスクを除去又は低減すること。除去又は低減できないリスクについては、リスク登録表等を利用し後工程に適切に伝達すること。

・建設プロジェクト終了後、各段階におけるリスク登録表等を整理し、将来の建設プロジェクトのチェックリストとすること。なお、建設工事の種類ごとに整理すること。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

1) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 伊藤和也, 豊澤康男: 建設業における設計段階からの安全配慮に関する行政施策と地盤工学の果たす役割, 地盤工学会誌, Vol. 70, No.12, Ser.No. 779, pp.27-30, 2022.

2) 三原泰司, 清水尚憲, 吉川直孝: 建設協調安全 実践!死亡事故ゼロ実現の新手法, 第2章, 第5章, pp.29-38, pp.113-151, 2022.

3) 伊藤和也, 柴田達哉, 吉川直孝, 平岡伸隆, 豊澤康男: 斜面崩壊による労働災害防止対策としての地盤リスクマネジメント—関係者間での地質・地盤リスクの情報共有ツールとしての点検表—, 基礎工 2023.2, pp.26-29, 2023.

4) 柴田達哉, 伊藤和也, 吉川直孝, 平岡伸隆, 鈴木隆明: 残存型枠を利用した擁壁施工中の斜面崩壊による労働災害

- 防止の有効性, 土木学会論文集 F6(安全問題), Vol. 78, No. 2, pp. I\_81 - I\_91, 2022.
2. 学会発表
- 1) Naotaka Kikkawa, Nobutaka Hiraoka, Hiroki Takahashi, Katsutoshi Ohdo: Risk points for falls and other risks setting in building information modelling from the design phase, International Conference on SlipsTrips and Falls Sendai 2022 (STF Sendai 2022), S1-3, 2022.
- 2) Naotaka Kikkawa: Issues and future on occupational safety of construction industry in Japan, <https://japan.visionzerosummits.com/ja/japan-2022-jp/timetable-14a/>, Vision Zero Summit Japan 2022, 11-13 May 2022.
- 3) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 高橋弘樹: 設計段階からの安全配慮に関する BIM/CIM の活用例, 安全工学シンポジウム 2022, pp. 298 - 301, 2022.
- 4) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 高橋弘樹, 濱島京子: 機械安全分野のリスク低減措置の基本的な考え方から地盤工学の果たす役割について, 第 57 回地盤工学研究発表会, DS-6-05, 2022.
- 5) 吉川直孝: 建設工事における設計段階からの安全配慮に関する BIM/CIM の活用例, 安衛研ニュース(メールマガジン), No. 164 (2022-09-02), [https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/mail\\_mag/2022/164-column-1.html](https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/mail_mag/2022/164-column-1.html), 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) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 伊藤和也, 豊澤康男: 建設業における設計段階からの安全配慮に関する行政施策と地盤工学の果たす役割, 地盤工学会誌, Vol. 70, No.12, Ser.No. 779, pp.27-30, 2022.
- 2) 三原泰司, 清水尚憲, 吉川直孝: 建設協調安全 実践!死亡事故ゼロ実現の新技术, 第 2 章, 第 5 章, pp.29-38, pp.113-151, 2022.
- 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 1 回), 仮設機材マンスリー, pp. 30-32, 2021.
- 4) 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.
- 5) 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.
- 6) 吉川直孝, 大幢勝利, 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) 吉川直孝, 大幢勝利, 豊澤康男, 平岡

- 伸隆, 濱島 京子, 清水 尚憲: 機械分野の安全学から見た建設業における安全衛生の課題と今後の方針に関する提案, 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vol. 75, No. 1, pp. 1-11, 2019.
- 8) 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所: 平成 30 年度厚生労働省委託事業 建設工事の設計段階における労働災害防止対策の普及促進事業 報 告 書 , <https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/000521060.pdf>, <https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/000521062.pdf>, <https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/000521071.pdf>, 2019. (2023 年 3 月 31 日閲覧)
- 9) 吉川直孝, 大幢勝利, 平岡伸隆, 高橋弘樹, 日野泰道, 豊澤康男: 諸外国における建築物等の設計段階から考える安全衛生管理手法の調査. 労働安全衛生総合研究所特別研究報告 JNIOOSH-SRR-No.49 , pp.11-19, <https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/doc/srr/SRR-No49-1-1.pdf#zoom=100>, 2019. (2023 年 3 月 31 日閲覧)
- 10) 大幢勝利, 吉川直孝, 高橋弘樹, 平岡伸隆, 豊澤康男: 諸外国における建設業の労働安全衛生の現状調査, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告 JNIOOSH-SRR-No.49 , pp.21-26, <https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/doc/srr/SRR-No49-1-2.pdf#zoom=100>, 2019. (2023 年 3 月 31 日閲覧)
- 11) 豊澤 康男, 大幢 勝利, 吉川 直孝: 日英比較に基づく建設工事の労働安全衛生マネジメント等の検討, 土木学会論文集 F6 (安全問題) 特集号 (招待論文), Vol. 71, No. 2, pp. I\_1-I\_12, 2015.

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

設計段階の措置の確立に向けた提言

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、これまで著者らが発表してきた既往研究に加えて、令和2年度から令和4年度までの本研究課題として実施してきた研究成果を取りまとめ、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を体系的にまとめた。本分担研究の結果から、発注者、設計者及び施工者が行うことが望ましい取組としては、以下の事項を提言した。

- ・設計図書等に、施工性、経済性、耐久性、維持管理、環境保全、美観等の要件を記載することに加えて、労働安全衛生の要件を追記すること。
- ・「設計段階から施工者が関与する方式 (ECI 方式)」、「BIM/CIM (Building Information Modeling / Construction Information Modeling)」、「DR (デザインレビュー)」、「FL (フロントローディング) 会議」等を積極的に利用すること。
- ・発注者、設計者、施工者等の関係者が協力し、基本設計の段階から、実施設計、施工計画、施工、維持管理、補修、解体等の各段階において想定されるハザード又はリスクを列挙し、リスク登録表等に記載すること。
- ・発注者、設計者、施工者等の関係者が協力し、設計段階において、合理的に実施可能な範囲内で、想定される全てのリスクを除去又は低減すること。除去又は低減できないリスクについては、リスク登録表等を利用し後工程に適切に伝達すること。
- ・建設プロジェクト終了後、各段階におけるリスク登録表等を整理し、将来の建設プロジェクトのチェックリストとすること。なお、建設工事の種類ごとに整理すること。

## A. 研究目的

本分担研究では、建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置を体系的にまとめ、設計段階の措置の確立に向け提言することを目的とする。

## B. 研究方法

本研究では、これまで本研究課題として実施してきた研究成果<sup>1)~5)</sup>に加えて、これまで著者らが発表してきた既往研究<sup>6)~11)</sup>も含めて、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を体系的にまとめる方法を採用した。

## C. 研究結果

### C-1. 労働災害統計について

#### C-1-1. 国内の建設現場の災害統計について

2020年1月から12月までの1年間に、建設業における死亡者数は258人にも上る。死亡者数に数えられるその1人には、両親、配偶者、子供がいる可能性もある。そのように考えると、災害は、突然、家族と会う手段を絶つため、統計では図りきれない、統計の3倍、4倍、5倍以上の人々に影響を与えうる。特に、2020年の全産業の死亡者数は802人であり、建設業の占める割合はその32%にも及ぶ。他の産業の中では、建設業が最も死亡者数の割合が多く、一度災害が発生すると、重篤な被害を出す産業の一つである。このような死亡者数も数十年前、半世紀前から比べると劇的に改善されている。国内の全産業、製造業、建設業における死亡者数の推移を図-1.1に示す<sup>1),2)</sup>。死亡者数については、建設業労働災害防止協会が毎年発行する建設業安全衛生年鑑<sup>12)</sup>や厚生労働省の「災害統計」<sup>13)</sup>を参照した。

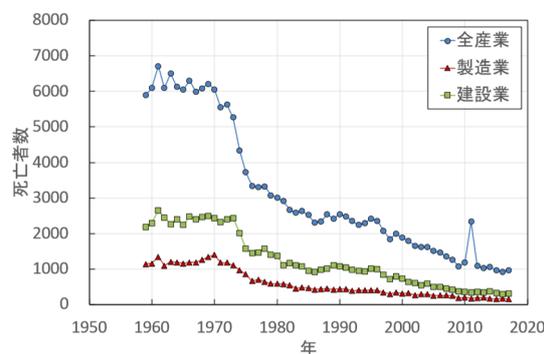


図-1.1 全産業、製造業、建設業の死亡者数の推移<sup>1),2)</sup>

1960年代、全産業の死亡者数は、年間約6000人に上る。建設業は年間2500人前後、製造業も年間約1000人に上り、各産業の1年間の死亡者数は非常に多い状況であった。そのような中、1972年に労働安全衛生法(昭和47年法律第57号)が施行されると、全産業において、年間6000人を超えた死亡災害が、法施行後十年足らずで年間3000人以下に半減していることがわかる。また、建設業においても年間1500人以下、製造業においても年間500人程度に半減していることがわかる。このように法律の制定により、労働災害を減少させることができると推察される。なお、死亡者数という絶対値表記の場合、各産業に従事している就業者数の母数が異なるため、各産業における危険性のようものを単純に比較ができない。そこで、全産業、製造業、建設業における10万人当たりの死亡者数(死亡率)の推移を図-1.2に示す。10万人当たりの死亡者数は、各産業の死亡者数をその産業に従事している就業者数で除すことにより算出した。日本で各産業に従事している就業者数は、独立行政法人労働政策研究・研修機構が公表してい

る産業別就業者数<sup>14)</sup>を参照し、その元データは総務省の「労働力調査」である<sup>15)</sup>。

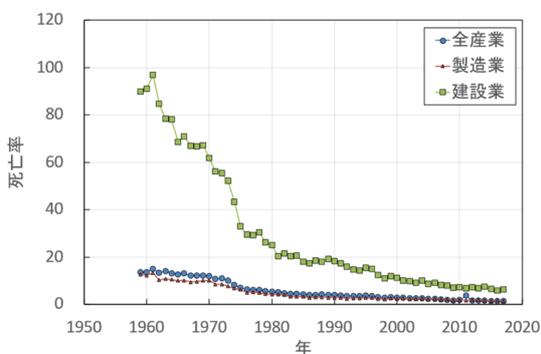


図-1.2 全産業、製造業、建設業の死亡率の推移<sup>1),2)</sup>

同図を見ると、1960年代、全産業の死亡率は、製造業の死亡率よりも若干多く、就業者10万人当たりの死亡者が10人強であることがわかる。一方、建設業の死亡率は90を超えている年もある。全産業、製造業の9倍近くになる。このように、建設業の作業は潜在的に危険を伴うことが良く理解できる。1960年代以降、建設業の死亡率は急激に低下したが、未だ、製造業との差は大きい。

近年の死亡率を見ると、2016年においては、国内の全産業における就業者(6465人)10万人当たりの死亡者数(928人)は1.44であり、製造業における就業者(1045万人)10万人当たりの死亡者数(177人)は1.69である。一方、建設業における就業者(495万人)10万人当たりの死亡者数(294人)は5.94である。様々に条件が異なるため、単純な比較はできないが、1960年代に比べると差は縮まっているものの、未だに建設業の方がより危険性の大きいことがわかる。一方で、日本の製造業と全産業の死亡率はそれほど相違ないこともわかる。

この原因としては、機械安全分野で発展・普及した安全学の考え方が、建設業には未だ浸透していないことにも起因しているような印象がある。また、製造業では地上での作業が多いこと、人工的に作製した動力機械等に対して使用者の安全を考えるため動力機械等を制御しやすいという状況、動力機械等と使用者の動作領域をバリケード等で完全に分離しやすい(分離の原則)といった状況等があるように推察される。

一方、建設業では、製造業に比べて高所で作業する機会が著しく多いことに加えて、建設機械等と作業員が共に作業することが多く、作業時間の遅延、非効率化等の理由により建設機械と作業員とを空間的又は時間的に分離することに対して敬遠されることが多いように思われる。また、建設業では斜面、地盤、地山等を対象とする工事が多く、地質、地盤等の不確実性が大きいことが挙げられる。自然を相手とする工事のため、その日の天候にも自然地盤は影響を受ける。このように、製造業に比べて不確実性が大きく、ハザードも日々変化し、それに呼応してリスクも変動するため、建設業の安全管理は一筋縄にはいかない状況があると考えられる。

ここで、建設業のうち、トンネル建設工事の死亡災害についても触れる。

災害の統計を分析する際、事故の型(災害の種類)、起因物で分類する場合がある。ここでは、建設業労働災害防止協会の分類する「災害の種類」別にトンネル建設工事中の災害の種類を概観する。平成12年(2000年)~21年(2009年)までのトンネル建設工事中の死亡者数は84名に上り、その死亡者数の内訳を災害の種類別に示すと図-1.3のと

おりである<sup>16)</sup>。

### トンネル建設工事の死亡者数(災害の種類別)

(平成12年から21年までのトンネル建設工事中の死亡者84名の内訳)

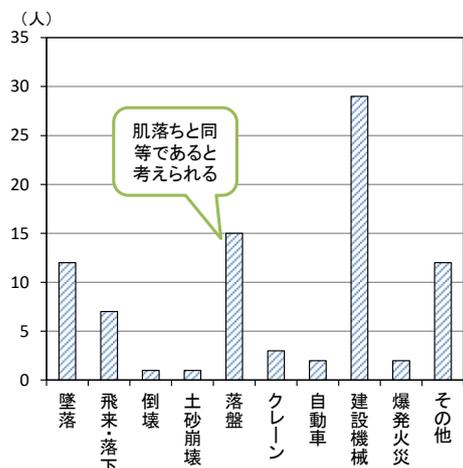


図-1.3 トンネル建設工事の死亡者数(災害の種類別)<sup>16)</sup>

「墜落」、「飛来・落下」、「倒壊」・・・と災害の種類に分類される中で、最も多い災害は、「建設機械」による災害である。次いで、「落盤」、「墜落」による災害が順に多くなっている。建設機械による災害が多いのは、トンネル坑内に限られたスペースにも関わらず、作業員と建設機械が共同で作業を実施することが多いことが原因として考えられる。次いで多い落盤(肌落ち)災害はトンネル建設工事に特有の災害である。特に、掘削面(切羽)から岩石が落ち、それが作業員に当たり、骨折や場合によっては亡くなるケースもある。落盤(肌落ち)災害が発生した時の作業内容の内訳を図-1.4に示す。同図から、支保工建込(鋼製のアーチ状のH鋼をトンネル周面に設置する)作業や装薬(トンネルを掘削するため掘削面に爆薬等を装填する)作業といった、作業員が

切羽に近づかなければならない作業中に岩石が落ちてきて被災している状況が想像される。

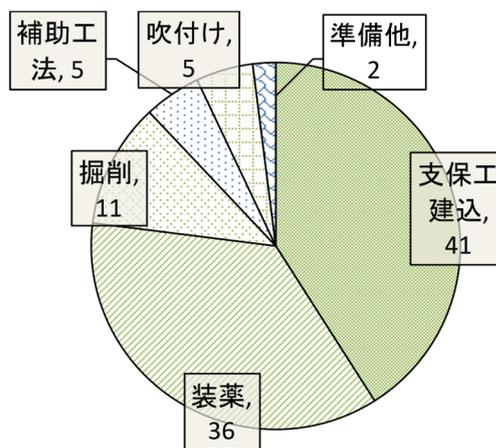


図-1.4 トンネル建設工事の落盤(肌落ち)災害時の作業内容<sup>16)</sup>

このように、工事の種類(工種)によっても、ハザード、リスクともにガラリと変わる。建設業の安全管理の難しさがわかる。

#### C-1-2. 海外の建設現場の災害統計について

日本の状況をより客観的に理解するため、海外の災害統計について調査した<sup>7)</sup>。2016年における全産業および建設業における死亡率を他国と比較すると、図-1.5および図-1.6のとおりである。

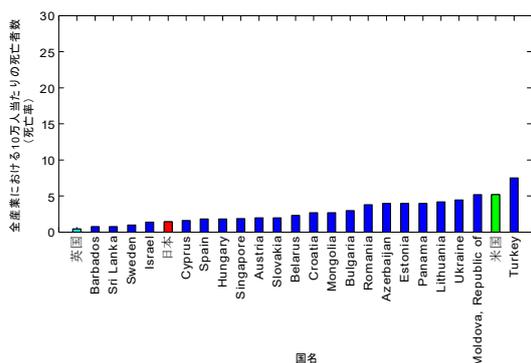


図-1.5 全産業における10万人当たりの死亡者数 (死亡率) の国際比較<sup>7)</sup>

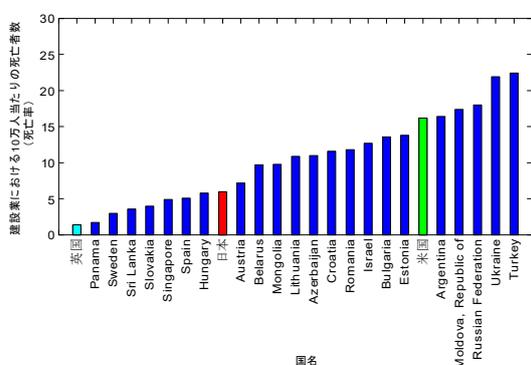


図-1.6 建設業における10万人当たりの死亡者数 (死亡率) の国際比較<sup>7)</sup>

英国の死亡率<sup>17)</sup>及び日本の死亡率<sup>12), 13), 15)</sup>以外については International Labour Organization (ILO) の統計データである Safety and health at work - Fatal occupational injuries per 100,000 workers by economic activity を引用した<sup>18)</sup>。全産業および建設業ともに英国の死亡率が他国よりも低いことがわかる。また、日本は米国よりも死亡率が低いこともわかる。また、世界的に見ても、全産業に比べ、建設業の死亡率が著しく高い傾向にあることもわかる。

次に、建設業における10万人当たりの死亡者数 (死亡率) の各国の推移を図-1.7に

示す<sup>19)</sup>。同図から日本、英国、シンガポール、米国、ドイツ、スウェーデン、スペインと限られた国のデータであるが、日本はこれらの国に比べて大きく優れているとは言えず、平均的な値に推移している。未だ日本の建設業の労働安全衛生も向上できる余地がある。

安全の成績が良い国に着目すると、英国の死亡率が最も低い水準であることがわかる。また、スウェーデン、ドイツの死亡率も次いで低い水準である。さらに、近年、成績を上げているのが、シンガポールである。2001～2005年までは日本よりも著しく高い死亡率であったにもかかわらず、2006年以降は日本と同等となり、2014年以降は日本よりも成績が良い。後述するが、行政施策による業界団体への強い働きかけとそれに伴った業界団体の活動がある。

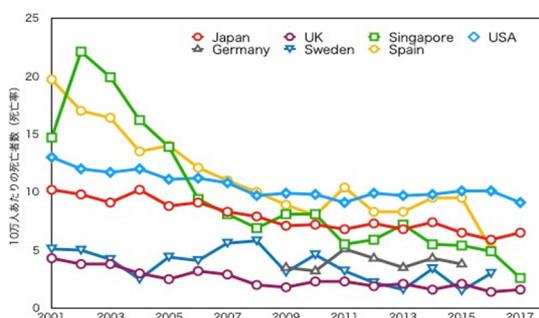


図-1.7 建設業における10万人当たりの死亡者数 (死亡率) の各国の推移<sup>19)</sup>

ここでは、英国と日本の死亡率の差異を具体的に見ていく。日本の場合、「自動車等による災害」を統計に含めるが、「一人親方等」による災害を統計に含めていない。一方、英国の場合、自動車等による災害を統計に含めていないが、一人親方等による災害を統計に含めている。このような統計上の相

違があり厳密に比較が難しいが、両国の建設業の災害統計をより厳密に比較するような取り組みもなされている<sup>20)</sup>。このように、統計的な差異をできる限り除去すると、2016年における日本の建設業における死亡率は5.1であり、英国のそれは2.4になる。既往の研究<sup>20), 11)</sup>によると、建設投資額等で見ても、英国の死亡率が低いという結果になっている。これらが正しいとすると、日本と英国の建設業の死亡率は2倍程度の開きがあるようである。一方、全産業、製造業については厳密な比較はできないが、日本の全産業における死亡率は1.4であり、英国のそれは0.43になる。また、日本と英国の建設業の差(5.1-2.4)は、日本と英国の全産業の差(1.4-0.43)よりも大きい傾向にある。

本項で見てきたように、様々な条件の相違はあるものの、日本の製造業の安全の成績が、建設業のそれよりも良好であることから、次項以降では機械安全分野の安全学の考え方を建設分野にも適用することを考える。その際、機械安全分野において定義されているハザード、リスク、安全等について概説し、リスク低減措置としての本質的安全設計が重要なことを示す。また、本質的安全設計を社会的なシステムに取り入れている英国、シンガポール等の事例も紹介する。英国、シンガポール等の成績の良い理由が見えてくる。さらには、日本の建設業のさらなる安全向上のため、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を体系的にまとめる。

C-2. 一般的なリスクアセスメントについて

機械安全における JIS Z 8051 : 2015 (ISO/IEC Guide 51 : 2014)<sup>21)</sup>においては、ハザード、リスク、危害、安全、許容可能なリスク等が定義されている。ハザードは「危害の潜在的な源」と定義され、単に危険源ともいう。危害とは、「人への傷害若しくは健康障害、又は財産及び環境への損害」と定義されている。そして、リスクとは、「危害の発生確率及びその危害の度合いの組合せ」と定義されている。なお、リスクが発生したとしても直ちにそのリスクが顕在化するわけではなく、安全衛生対策の不備等がある場合はじめてリスクが顕在化し、人、財産及び環境に危害が発生し災害に至ることとなる。

一方で、安全とは、「許容不可能なリスクがないこと」と定義されている。許容不可能なリスクの反意語として「許容可能なリスク」も定義されており、「現在の社会の価値観に基づいて、与えられた状況下で、受け入れられるリスクのレベル」と定義されている。

ここで、重要な点は、建設プロジェクトを「安全」に進めるためには、想定される全てのリスクに対して「許容可能なリスク」レベルにまで、それらのリスクを除去又は低減させる必要があり、その「許容可能なリスク」は“現在の社会の価値観”や“与えられた状況下”で変化するということである。

例えば、「黒部の太陽（<https://www.kumagaigumi.co.jp/kurobe/index.html>）」の時代に許容されていたリスクが、今の世の中で許容されるか、というとそうではなくなっている。わかりやすい例が、電動ファン付きマスクである。

「黒部の太陽」の時代にはトンネル坑内に入坑するときに、ともすればマスクを付け

なくとも入坑できていた。2023年現在では、それは許容されない。少なくとも粉じんが発生すると想定される作業に従事する場合は、粉じん障害防止規則に示された機能を有する電動ファン付きマスクを装着することが求められる。このように、個人用保護具をとってみても、“現在の社会の価値観”が大きく変化しており、一昔前に比べると「許容可能なリスク」レベルがより厳しく安全側に移行していることがわかる。労働者にとっては、より衛生的、より安全な環境下で働くことが求められる状況になってきていると捉えることもできる。

一方、“与えられた状況下”について、ある溝掘削工事における水道管の交換作業を想像してみる。水道管は地下に埋設されていることが多く、およそ1~3m程度の箇所に埋設されていることが多い。古い水道管と新しい水道管を交換するため、交換したい水道管の周囲に溝を掘削する必要がある。ドラグ・ショベル等で溝を掘削した後は、「土止め先行工法に関するガイドライン」により土止め支保工等を設置してから、作業員が溝の中に侵入することが求められる。溝の側面に対して土止め支保工を設置していない場合に、溝が崩壊する場合があります、この現象を土砂崩壊というが、その時、作業員が崩壊した土砂に巻き込まれて埋まった場合を考える。工事現場の職長が救急車を呼び、レスキュー隊が作業員を救出しようとする。そこでの許容可能なリスクは通常時と比べてどうか。通常時のように、新たに土止め支保工等を設置することが求められるか。本来ならそういったことも必要である。しかしながら、レスキュー隊は、救出できる命のために、少なからず通常時よりも大き

なりリスクを許容しなければならない場合もあると想像される。それが“与えられた状況下”の一つの例と考えられる。

このように、「許容可能なリスク」レベルは、その時代と置かれている状況によって変化し、“現在の社会の価値観”や“与えられた状況下”は定量的に示すことが非常に難しい。著者は工学の出身であるため、定量的に示すことを試みるが、定量的に示せば、そこに馴染まない社会の価値観や現場の状況を否定してしまうこととなる。このように定量的に示せない尺度を入れた理由は、ある価値観や状況が除外されないよう、時代とともに変化する価値観や状況を肯定するためと考えている。

「許容不可能なリスク領域」、「許容可能なリスク領域」、「広く受け入れられるリスク領域」を図-2.1のように概念的に示す。リスクの大きさを逆三角形の幅で示している。

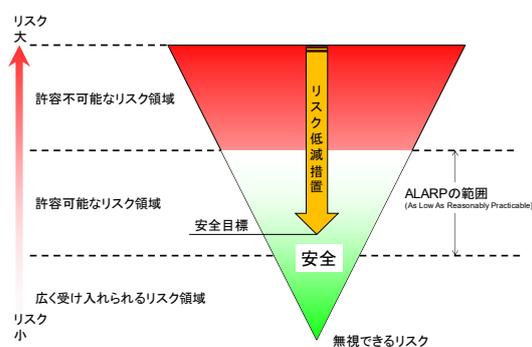


図-2.1 リスクの大きさと許容可能なリスク領域と許容不可能なリスク領域との関係<sup>22), 23)</sup>に一部加筆

機械安全における JIS Z 8051 : 2015 (ISO/IEC Guide 51 : 2014)<sup>21)</sup>の定義に従うと、許容可能なリスク領域以下が「安全」と定義される。

ここで、注意すべきこととして、「安全」と定義されるリスクレベルであってもリスクが0ではない。リスクを0にすることは現実的には著しく困難であり、非現実的な資金と時間を費やす必要がある。そのため、英国の安全衛生庁（Health and Safety Executive）では、合理的に実行可能な範囲でできる限りリスクを低減させるという考え方「ALARP; As Low As Reasonably Practicable」を適用している<sup>24)</sup>。

リスクアセスメントとは、特定された各ハザードに対して、リスクを見積り、リスク低減措置内容を検討し、それらのリスク低減措置を実施することである<sup>25)</sup>。単純に考えると、図-2.1に示すように、各リスクに対して、そのリスクが許容不可能なリスク領域にあるのであれば、そのリスクを許容可能なリスク領域にまで下げるということである。安全目標を立て、その安全目標までリスクを下げることを考える場合もある。

リスクを除去又は低減させる手順を図-2.2に示す。

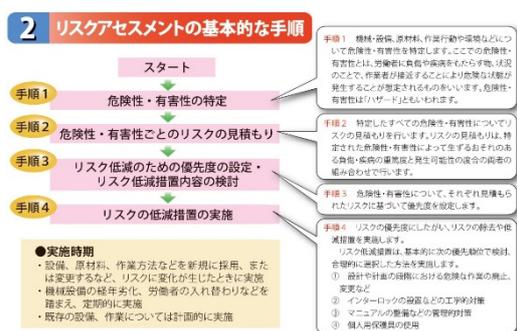


図-2.2 リスクアセスメントの基本的な手順<sup>25)</sup>

手順1として、危険性・有害性（ハザード）を特定する。次に、手順2として、ハザード

ごとにリスク（の大きさ）を見積もる。続いて、手順3として、リスク低減措置内容を検討する。最後に、手順4として、リスク低減措置を実施する。海外では、リスクアセスメントといった場合には、手順2又は手順3までとすることもあるが、ここでは厚生労働省の定義に従い、リスク低減措置の実施までを含めてリスクアセスメントとする。

これら手順のうち、リスク低減措置には、優先順位が決められており、図-2.3に示すとおりである<sup>25)</sup>。

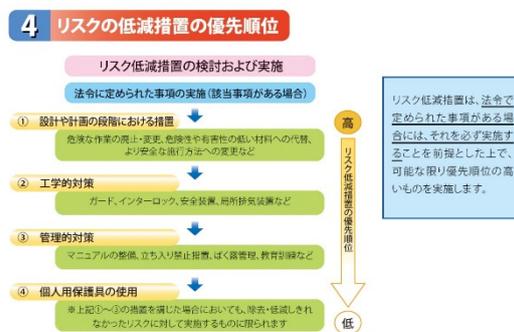


図-2.3 リスク低減措置の優先順位<sup>25)</sup>

法令に定められた事項の実施は当然のこととして、最初に検討しなければならない事項は、「①設計や計画の段階における措置」である。次に、「②工学的対策」、「③管理的対策」、「④個人用保護具」と続く。「①設計や計画の段階における措置」を検討せず、直ちに「②工学的対策」を検討することは避けるべきである。経済性、利便性、施工性、環境保全等と「①設計や計画の段階における措置」の安全衛生を比較検討し、①を合理的に実行することが困難な場合のみ、②以下にリスク低減措置を委ねる。

海外にも同様の図があり、図-2.4に示す。

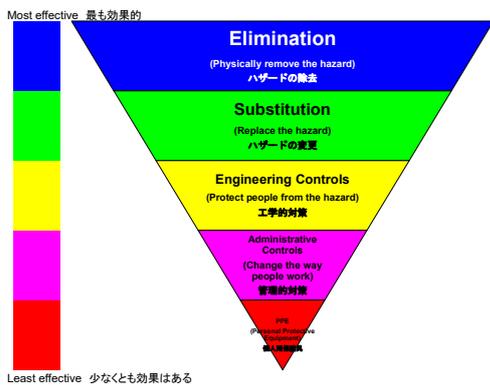


図-2.4 Hierarchy of Controls (階層的制御)<sup>26)</sup>

Hierarchy of Controls<sup>26)</sup>と呼称し、階層的制御と和訳したが、リスクの大きさを示す図-2.1と同様、逆三角形で描かれていることは興味深い。同図は、安全対策の効果の度合を逆三角形の幅で表現している。つまり、「ハザードの除去」が最も効果的であり、次いで、「ハザードの変更」となる。それらよりも低位の対策として、「工学的対策」、「管理的対策」、「個人用保護具」が位置付けられている。日本の図-2.3と比較すると、「①設計や計画の段階における措置」=「ハザードの除去」+「ハザードの変更」と理解できる。「①設計や計画の段階における措置」は、危険な作業の廃止・変更、危険性や有害性の低い材料への代替、より安全な施工法への変更等である。「①設計や計画の段階における措置」をわかりやすく図化すると、機械安全分野における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)のうち、本質的安全設計として図-2.5のように示されている<sup>27)</sup>。

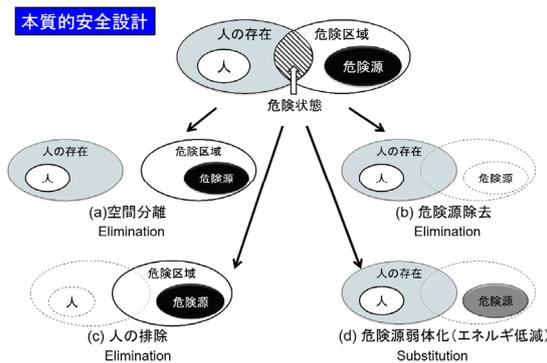


図-2.5 本質的安全設計方策<sup>27)</sup>

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(例えば、作業員の動線)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、作業員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及び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ないエネルギーとすること。

### C-3. 建設業のリスクアセスメントの実態

#### C-3-1. 日本の建設業におけるリスクアセスメントの実態

日本の建設業の特徴として、以下の項目が挙げられる。

- ・発注者、設計者、施工者の関係.
- ・施工を受注した元方事業者には、店社と建設作業所（現場）がある.
- ・建設作業所（現場）には元方事業者だけでなく、元方事業者が一部業務を委託した関係請負人があり、元方事業者の統括管理のもと、施工が進められる.
- ・建設作業所（現場）の安全衛生管理において、店社の役割がある.
- ・単品生産である。（有期事業である。）
- ・屋外型の産業である.
- ・発注段階、設計段階におけるリスクアセスメントが不明確.
- ・リスクアセスメントは主に施工者が実施している.

契約方式の選択が可能となるよう、多様な入札契約方式を体系的に整理し、その導入・活用を図ることを目的として、「公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン」<sup>28)</sup>を策定している。国土交通省は、同ガイドラインの中で様々な契約方式のうち、主なものを図-3.1に整理している。

	調査・計画	概略設計	予備設計	詳細設計	施工	維持管理
工事の調達を詳細設計が完了した段階で行う(工事の施工のみを発注する方式)	調査・計画/設計者				設計の調達 工事の調達	
工事の調達を予備設計段階で行う(設計・施工一括発注方式)	調査・計画/設計者					
工事の調達を詳細設計段階で行う(詳細設計付工事発注方式)	調査・計画/設計者					
工事調達に加え施工者による設計段階での技術協力を調達する(ECI方式)	調査・計画/設計者					
工事調達に加えて施工者による維持管理業務を調達する(維持管理付工事発注方式)	調査・計画/設計者					

図-3.1 事業段階と調達範囲の例<sup>28)</sup>

建設業では、国、都道府県、地方公共団体、道路・鉄道・電気・ガス・水道等の民間企業、ディベロッパー等が主な発注者になる。また、設計コンサルタント、設計事務所等が設計者にあたる。さらに、総合建設会社（general contractor、ゼネコン）等が施工者にあたる。設計・施工一括発注方式という契約方式の場合、ゼネコンが設計を実施することもある。

発注から施工までの流れとして、発注者から設計業務が設計者に委託され、設計業務が終了後、施工業務が施工者に発注されるという流れが一般的である。このような契約方式を設計・施工分離発注方式という。最近では、この方式の他にも様々な契約方式が提案されており、一部を挙げると、設計・施工一括発注方式、詳細設計付工事発注方式、ECI (Early Contractor Involvement) 方式、維持管理付工事発注方式等がある<sup>28)</sup>。

国土交通省は、発注者による適切な入札

例えば、工事の施工のみを発注する方式（設計・施工分離発注方式）では、調査・計画、概略設計、予備設計、詳細設計までを調査・計画/設計者が担当し、施工から施工者が担当するという方式である。一方、設計・施工一括発注方式では、予備設計の途中までを設計者が、それ以降は施工者が担当する。また、ECI方式では、設計者が詳細設計まで主担当するが、予備設計又は詳細設計から施工者も加わり、施工も見据えた合理的な設計・施工を実現する。

このように、いずれの契約方式においても、発注者、設計者、施工者の3つのパーティーが存在し、3者のそれぞれの取り組みによって、建設プロジェクトが遂行される。現在の建設業の特徴として、リスクアセスメントは設計時というよりもむしろ施工時に実施していることが多いことが挙げられ、図-3.2もそのような状況を反映して、設計が終了し、発注者から施工者の店社に発注

がなされた状況を示している。

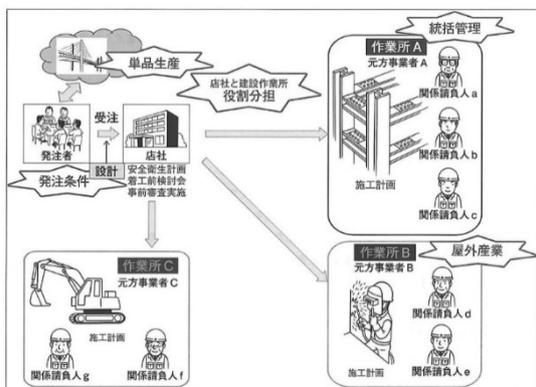


図-3.2 建設業の特徴<sup>29)</sup>

施工者(元方事業者)の店社では安全衛生計画、着工前検討会、事前審査等を実施した後、各作業所にて実際の施工を開始する。各作業所では、元方事業者が一部業務を委託した関係請負人もあり、元方事業者の統括管理のもと、元方事業者が関係請負人とともに施工を進めていくこととなる。

リスクアセスメントの具体例を図-3.3に示す。

危険有害事象の特定(予想される事象)	発生頻度	発生場所	発生状況	リスク軽減措置(危険性・有害性の防止対策)	評価
1 足場から墜落	10 <sup>2</sup>	5 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	・手すり・ネット等による墜落防止設備を設ける ・設置できない場合、安全帯も使用する	低
2 工具・資材の落下	10 <sup>2</sup>	5 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>	・落下防止ネット及びネットを設置する	低
3 足場板の破損	10 <sup>2</sup>	14 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	・作業前に、足場板の点検をする ・腐敗腐食した足場板の撤去を指示する	低
4 足場板のずれ	10 <sup>2</sup>	14 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	・足場板の隙間を固定する	低
5 足場板の隙間から押降・突き出	10 <sup>2</sup>	12 <sup>1</sup>	4 <sup>1</sup>	・押降防止を確保して取り除く ・作業物の積み重ねを、作業範囲には最大量と制限する	低
6 上下作業による落下物の衝突	10 <sup>2</sup>	14 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	・作業開始前に足場の範囲を調整する	低
7 土留の転倒	10 <sup>2</sup>	14 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	・作業開始前に土留の転倒防止調整をする	低

危険性又は有害性に曝する人	作業員
危険性又は有害性に起因する物	足場、足場板、押降防止、落下ネット、工具
使用する保護具	防護帽、防護手袋、安全帯、安全靴
必要な資格	足場組立て等作業主任者
関係法令	労働安全衛生規則(足場)

図-3.3 リスクアセスメントの具体例<sup>30)</sup>

同図に示すように、過去の災害事例、災害統計等からハザードを特定し、各ハザードについて、重篤度、可能性の度合を算定し、リスクの見積りを行う。リスクの見積りから優先度を決定し、各リスクについて、リスク低減措置を記載し実行する。同図に示すように簡単な絵があると作業員にとっても一目でわかりやすくなる。リスクアセスメントに係る書類は出来る限りわかりやすく簡潔にすべきである。書類作成に手間と時間をかけ、本来実施すべきリスク低減措置が疎かになっては本末転倒である。日本ではこのように精緻なリスクアセスメントが推奨され、施工計画段階及び施工段階のリスクアセスメントとして良く整理されている。

一方、図-3.3に示す対策は、「工学的対策」、「管理的対策」、「個人用保護具」の使用が主であることがわかる。つまり、図-2.3に示す「①設計や計画の段階における措置」及び図-2.4に示す「ハザードの除去」及び「ハザードの変更」が実行しにくい状況にある。例えば、足場作業であれば、墜落・転落のリスクがあるが、高所作業の時間を減らすためにプレハブ工法を採用する、高所作業を地上での作業に変更する、といった対策を立案し難いことが課題として挙げられる。加えて、施工者が施工の業務を請け負った段階では、ある程度のリスクがすでに固まってしまっているという現状も課題として挙げられる。

このような状況を改善するためには、調査・計画段階や設計段階における発注者及び設計者の協力が必要不可欠である。現在、建設業では、まず発注者が設計者に設計業務の成果物(設計業務成果概要書、設計計算

書等、設計図面、数量計算書、概算工事費、施工計画書、現地踏査結果等）の作成を発注する。設計者から設計業務の成果物が発注者に提出された後、発注者はそれらに基づき設計図書等を作成し施工を発注し、受注した施工者が施工を実施するという流れである。このときの設計図書においては、経済性、施工性、耐久性、環境保全等の評価がなされるが、その評価の枠組みの中に（労働）安全衛生の評価項目がない状況である<sup>31)</sup>。

「土木設計業務等共通仕様書」<sup>31)</sup>は、設計業務等に係る契約の適正な履行の確保を図るためのものである。同仕様書において、第1211条に設計業務の成果の内容が以下のとおり規定されている。

#### 第1211条 設計業務の成果

成果の内容については、次の各号についてとりまとめるものとする。

##### （1）設計業務成果概要書

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

##### （2）設計計算書等

計算項目は、この共通仕様書及び特記仕様書によるものとする。

##### （3）設計図面

設計図面は、特記仕様書に示す方法により作成するものとする。

##### （4）数量計算書

数量計算書は、「土木工事数量算出要領（案）」（国土交通省・最新版）により行うものとし、算出した結果は、「土木工事数

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

##### （5）概算工事費

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

##### （6）施工計画書

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

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

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

##### （7）現地踏査結果

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

このように、設計業務成果概要書には、主に施工性、経済性、耐久性、維持管理に関すること、美観、環境等の要件を記載することを規定しているが、（労働）安全衛生の項目がない状況である。

著者の考えとしては、発注者が作成する設計図書等、設計者が作成する設計業務の成果物の項目に（労働）安全衛生の項目を追加すべきと考える。特に「①設計や計画の段階における措置」に対して権限を有する発

注者や設計者が経済性、施工性、耐久性、環境保全等と（労働）安全衛生を同じ枠組みで考慮するような社会的な背景が必要と考えている。

現在の日本の労働安全衛生マネジメントの状況を製造業と建設業を比較しながら、概念的に整理したものを図-3.4 に示す。

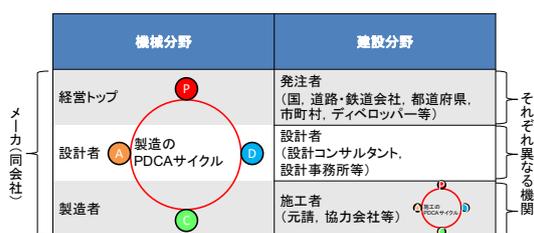


図-3.4 製造業と建設業の労働安全衛生マネジメントの状況を示した概念図<sup>7)</sup>

製造業において、例えば、大きな自動車会社を想像すると、同じ会社の中に、経営トップ、自動車の設計者、自動車の製造者がいる。もし仮に、製造ラインで災害が発生した場合、被災者が所属する事業場のトップ、つまりここでいう自動車会社の経営トップもその責務を問われ、経営トップは自らの問題として、製造ラインの労働安全衛生をマネジメントしなければならないという意識が生まれる。

一方、建設業の場合、自動車会社と異なり、自動車会社の経営トップに当たる発注者（国、道路・鉄道会社、都道府県、市町村、ディベロッパー等）と、自動車会社の設計者に当たる設計コンサルタントや設計事務所の設計者と、製造者に当たる施工者（元方事業者、協力会社等）は、それぞれ異なる組織（事業場）であることが多い。もし仮に、施工現場で協力会社の作業員が被災したとす

ると、その作業員が所属する協力会社のトップ、また施工現場の安全衛生管理責任を担う元方事業者もその責務を問われる。しかしながら、労働安全衛生法の体系上、発注者や設計者にその責務が及ぶことは非常に稀である。なぜなら、基本的には、労働安全衛生法は労働者と使用者の関係を謳っているからである。

ここで、発注者、設計者に全ての労働安全衛生の責務を負担することを要求している訳ではない。ここでの主張は、発注者及び設計者も施工中のリスクを除去又は低減させるため「①設計や計画の段階における措置」を考慮することが望ましいということである。

具体的には、どのような形で「①設計や計画の段階における措置」を考慮したら良いか、次の項では海外の好事例を取り上げる。

### C-3-2. 英国の建設業におけるリスクアセスメントの実態

前述したように、英国の建設業における安全衛生の成績を鑑み、英国における取り組みを調査してきた結果、英国の利点は以下の3点に集約されると考えている<sup>7)</sup>。

- (a) 発注者、設計者及び施工者の役割と責務の規定
- (b) 建設プロジェクトの体制
- (c) 教育機関の充実

まず、(a)発注者、設計者、施工者の役割と責務の規定について、英国では、1994年に Construction (Design and Management) Regulation<sup>11)</sup>（以下、「CDM」という。）を発出し、2度（2007年および2015年）の改正を経て、現在では CDM2015 として、施工者だけでなく、発注者及び設計者の役割と

責務を規定している。以下にその抜粋の日本語訳を示す<sup>8)</sup>から抜粋。

## 第2部

### 発注者の責務

#### プロジェクトの管理に関する発注者の責務

#### 4.

(1) 発注者は、プロジェクトの管理に関して、十分な工期や資金を割り当てるなど、適切な取決めを設定しなければならない。

(2) 適切な取決めとは、以下の事項が確実に行われるものをいう。

(a) 当該プロジェクトの影響を受ける者の安全衛生に危険を及ぼすことなく、合理的に実行可能な範囲で建設工事を実施できること、及び

(b) 別紙2により義務付けられる設備が、建設工事を行う者に対して提供されること。

(3) 発注者は、当該プロジェクトの全期間にわたって当該取決めを管理し見直ししなければならない。

(4) 発注者は、当該プロジェクトに関して指名した設計者及び請負業者又は指名することを検討している設計者及び請負業者全てに対して建設前の情報を可能な限り速やかに提供しなければならない。

(5) 発注者は、以下の事項を保証しなければならない。

(a) 建設段階の開始前に、請負業者が1社の場合には請負業者に、そうではない場合には元請業者に建設段階計画書を作成させること、及び

(b) 主設計者は、当該プロジェクトの

ために安全衛生ファイルを作成する。当該安全衛生ファイルについては、以下の事項に従うものとする。

(中略)

(6) 発注者は、以下の事項を保証するために合理的な措置を講じなければならない。

(中略)

(7) 発注者は、建築物に対する自己の権利を処分する場合、当該建築物に関する発注者の権利を取得する者に対して安全衛生ファイルを提供し、当該者に当該ファイルの性質及び目的を認識させることにより上記第5項第b号(iii)に規定される義務を遵守する。

(以下、略)

## 第3部

### 安全衛生に関する義務及び役割

(中略)

#### 設計者の義務

#### 9.

(1) 設計者は、発注者が本規則に基づき自己が負う義務について認識していると納得するまでプロジェクトに関連する作業を開始してはならない。

(2) 設計者は、設計図の作成又は修正時に、以下に該当する者の衛生又は安全に対する予測可能な危険を合理的に可能な限り排除するよう、一般予防原則及び建設前の情報を考慮に入れなければならない。

(a) 建設工事を実施する者又は建設工事の影響を免れない者

(b) 建築物のメンテナンス又は清掃を行う者、又は

(c) 作業場として設計された建築物を使用する者

(3) 上記の危険を排除することが不可能な場合には、設計者は、合理的に可能な限り、以下の行為を行わなければならない。

(a) その後の設計過程において当該危険を低減させるか又はそれが不可能な場合には当該危険を管理するよう措置を講じること

(b) 当該危険のに関する情報を元請設計者に提供すること、及び

(c) しかるべき情報を安全衛生ファイルに確実に記載すること

(4) 設計者は、発注者、他の設計者及び請負業者が本規則に基づく義務を遵守できるように十分に支援するために建築物の設計図、建設又はメンテナンスに関する十分な情報を提供するようあらゆる合理的な措置を講じなければならない。

(以下、略)

このように、発注者の責務は、主な事項として十分な工期や資金の割り当てることである。CDM2015において、発注者及び設計者に対して全ての安全衛生の責務を負担するようには謳っていない。

CDM2015 は以下のように簡潔にまとめられる。

- ・発注者の役割と責務：建設プロジェクトに係る適切な経費および工期の提供
- ・設計者の役割と責務：建設プロジェクトに係る予測可能なリスクを出来る限り除去、残留リスクの情報共有
- ・施工者の役割と責務：施工における残留リスクを合理的に実施可能な範囲内で除去または低減

次に、(b)建設プロジェクトの体制について、英国の発注者が作成した建設プロ

ジェクトのフロー図を図-3.5 に示す。ここで、PD とは Principal Designer の略であり、主設計者と訳している。PC とは Principal Contractor の略であり、元方事業者（施工者）である。

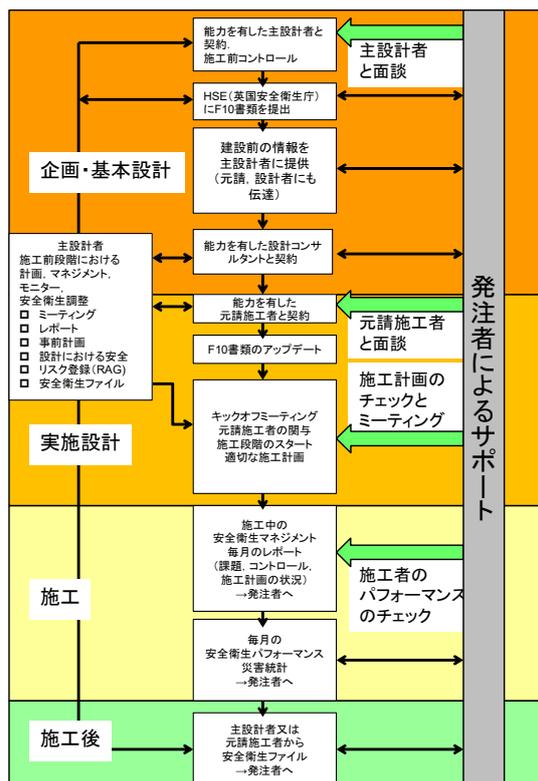


図-3.5 英国の発注者が作成した建設プロジェクトのフロー図<sup>8)</sup>

同図を見ると、企画・基本設計の段階において、発注者が主設計者と契約し、主設計者に対して、設計における安全の配慮、リスク登録、安全衛生ファイルの作成等を実施させている。また、企画・基本設計が終了し、実施設計に移る段階から元請（施工者）と契約し、安全衛生を含めた適切な施工計画の策定に繋げている。施工中も施工者にリスクアセスメントの状況、災害統計等を報告させている。建設プロジェクトの全段階を

通じて、発注者が設計者及び施工者とのミーティングを開催し、安全衛生ファイルのチェック、レポートによる報告確認等、発注者自らが積極的に安全衛生を含めた建設マネジメントをしていることがわかる。

(c) 教育機関の充実について、英国では、Industrial Training Act 1964 に基づき、Construction Industry Training Board (建設業訓練委員会) が創設され、各種の専門学校が併設されている。このような専門学校を卒業し、試験に合格すると、建設従事者は CSCS (Construction Skills Certification Scheme) カードと呼ばれる建設技能証明書 (資格) を獲得できる。同 CSCS カードは 3～5 年の有効期限があり、技能者は資格の更新が求められる。また、同 CSCS カードは様々なグレード (Skilled Worker、Manager 等) があり、更新時に、より高位の技能者にも挑戦できる仕組みとなっている。さらには、CSCS カードが建設従事者の技能を証明するものとなっており、同等以上の技能を有していない場合には、その本人がリスクと見なされ、建設工事現場への立ち入りが許可されないとのことである。つまり、ある一定レベルの建設技能者のみに施工に従事させているような状況である。

日本では、様々な資格がありますが、資格に有効期限がないものが多く (一部は有効期限がある)、無資格者であっても建設工事現場で資格を要しない作業に従事できる。つまり、英国の考え方からすると、建設工事現場にリスクが点在している状況となる。

次に、英国における「①設計や計画の段階における措置」の取り組みを示す。例えば、ビル施工時のハザード又はリスクの設計図面への記載例を図-3.6 に示す。

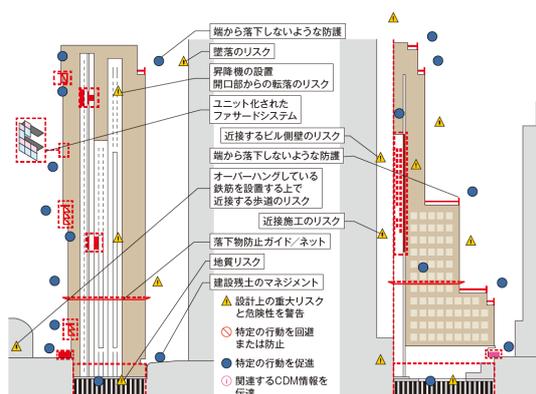


図-3.6 ビルディング施工時のリスク等の設計図面への記載<sup>2)</sup>

同図のように、施工時又はメンテナンス時のハザード又はリスク、推奨対策等を設計図面へ直接的に記載している。ハザード又はリスクを黄色の三角形にビックリマークとして示し、推奨対策を青色の丸印として示し、一目で情報がわかるよう工夫している。設計図面上に記載されるハザード又はリスクとしては、墜落のリスク、開口部からの転落のリスク、地質リスク、近接施工のリスク、落下物のリスク、メンテナンス時の高所作業のリスク等が記載されている。推奨対策としては、建物端部の防護、ユニット化、落下物防止ガイド/ネット、建設残土マネジメント等が記載されている。

また、BIM/CIM (Building Information Modeling/Construction Information Modeling) を利用し、図-3.7 に示すように BIM/CIM の図面上にハザード又はリスクを配置する例もある。同図は BIMsafe という民間企業が作成したものであり、安全衛生管理と 3D モデリングにおいて 60 年以上の経験を持つ Callsafe Services と Cassidy Forsythe のコラボレーションによるものである<sup>32)</sup>。

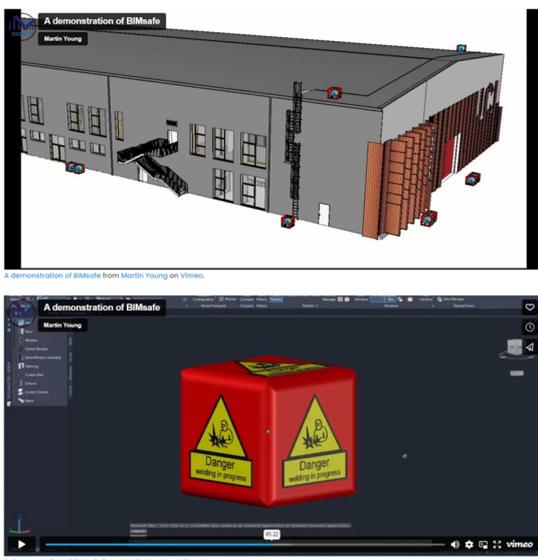
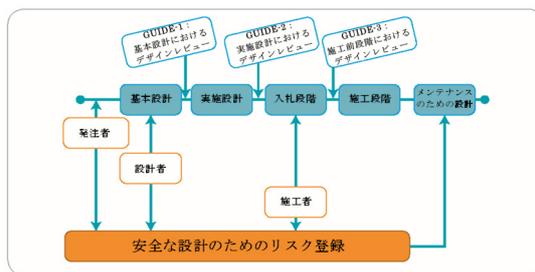


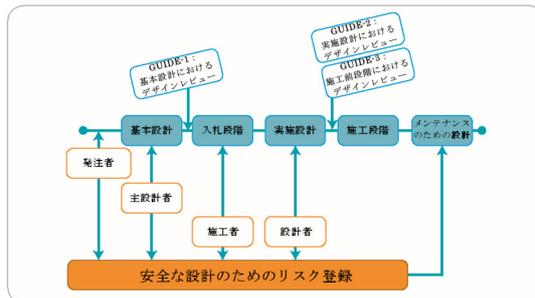
図-3.7 BIM/CIM を利用し図面上にハザード又はリスクを配置する例

C-3-3. シンガポールの建設業におけるリスクアセスメントの実態

次に、シンガポールの「①設計や計画の段階における措置」の事例を取り上げる。シンガポールでは、基本設計、実施設計の各段階においてデザインレビューを実施し、施工、供用、維持管理、補修、解体中の安全衛生を含めて、発注者、設計者、安全設計専門家（Design for Safety Professionals）等がリスク登録を行う。Workplace Safety and Health Guidelines、Design for Safety<sup>33)</sup>（労働安全衛生ガイドライン、安全のための設計）には、建設プロジェクトの各段階（基本設計、実施設計、施工入札、施工、維持管理）において、デザインレビューをしながらリスク登録を実施することと示されている（図-3.8 参照）。



(a) 設計・施工分離発注方式に関するリスク登録のプロセス



(b) 設計・施工一括発注方式に関するリスク登録のプロセス

図-3.8 建設プロジェクトの各段階（基本設計、実施設計、施工入札、施工、維持管理）において、デザインレビューをしながらリスク登録を実施<sup>8)</sup>

基本設計が終了した段階で GUIDE-1 と呼ばれるデザインレビュー及びリスク登録、実施設計が終了した段階で GUIDE-2 と呼ばれるデザインレビュー及びリスク登録、施工入札段階において GUIDE-3 と呼ばれる施工前デザインレビュー及びリスク登録を実施する。GUIDE の意味は表-3.1 のとおりである。



表-3.3 基本設計のデザインレビューにおけるチェックリスト<sup>8)</sup>

検討事項	特定されたハザードの詳細
地質	<ul style="list-style-type: none"> <li>計画されたプロジェクト用地の地盤の特性は有資格者（QP）によって調査が行われたか？</li> <li>計画されたプロジェクトの近隣に基盤が浅い可能性のある建造物や構造物があるか？</li> <li>地下水面は建設計画を実施すると低くなるか？</li> <li>建設計画に起因する地盤沈下が発生する可能性はないか？</li> <li>地盤沈下が最小限となるようにするための予防措置はあるか？</li> </ul>
住民	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクトが始まることによる住民への影響はないか？</li> <li>プロジェクトが始まることによる交通への影響はないか？</li> </ul>
サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>用地にはプロジェクトのために撤去あるいは移転することが必要な地下施設はないか？</li> <li>あった場合にそれらの施設の撤去あるいは移転することが、雇用者や住民に対するハザードとなるか？</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設期間中に特別な手配が必要な特殊な要素はないか？</li> <li>施工法もしくは施工順序を今現在明確にすることができるか？</li> <li>それらのハザードは今現在対処することができる施工法もしくは施工順序を伴うものか？</li> <li>ファサードや屋上、壁面の緑化などのメンテナンス期間中に特別な手配を必要とする特殊な要素はないか？</li> <li>特定し除去できる予見可能なハザードはないか？</li> </ul>

同表は基本設計が終了した後のデザインレビュー時にリスク登録するためのチェックリストであり、例えば、地質・地盤リスク、施工方法等に関連した項目が挙げられている。また、実施設計、施工前の各段階で登録されるべきリスクも表-3.4、表-3.5のように示されている。

表-3.4 実施設計のデザインレビューにおけるチェックリスト<sup>8)</sup>

検討事項	特定されたハザードの詳細
プレハブ工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄骨構造物などの部材は、プレハブ式に加工し、地上で組み立てを行い、設置する場所に持ち上げることは可能か？</li> <li>鋼部材の切断は、発生する粉じんが削減されるよう管理された状態の下で現場から離れて行うことは可能か？</li> <li>現場での溶接は火災や燃焼リスクを低減するため最小限にすることは可能か？</li> <li>プレハブ加工で取り付けたナットとボルトを接合部品として利用できるか？</li> <li>設計された吊り上げポイントをプレハブ加工部材に示し、その高さや重心を周囲にプレハブ加工部材に印すことは可能か？</li> <li>プレハブ加工構造物を最終設置するまでの一定期間、一時的に吊り下げられなければならない場合、このことから生じるハザードを確実に取り除く手段はあるか？</li> <li>地面と垂直の鉄骨構造物の部材のジョイントはボルトの取り付けが地上で行えるように設計することが可能か？</li> <li>部材の接合箇所は組み立てを間違えるリスクを最小限にするよう設計することが可能か（例えば、接合箇所ごとに特有のボルトをレイアウトする）？</li> <li>図面に関して明確な指示を提供できるか？</li> <li>設計者は施工法としてプレハブ加工を決定する前に吊り上げクレーンを安全に設置することができるような用地の条件を検証することが可能か？</li> </ul>
重量物の吊り上げ	<ul style="list-style-type: none"> <li>重量物の吊り上げに必要な作業工程と機材について検証する。これらの機材を留めおく場所を最終決定し非常線張ることは可能か？</li> <li>吊り上げ機材は地盤沈下や支えの崩れを最小限にできるような特別仕様の土台を必要とするか？</li> <li>重量物のシナリオを想定する。このシナリオは損害を最小限にするよう予防、制動がなされているか？</li> </ul>
高所からの転落	<ul style="list-style-type: none"> <li>高所作業の必要性を排除できるか？ 例えば、安全なアクセス手段を提供できない場合は高所作業の必要性を排除する。</li> <li>もろい壁機材を取り除くことができるか、もしくは壁機材の代替のアクセスルート（例えば、作業の足場）を設計することが可能か？</li> <li>常設のアクセス手段（例えば、階段）を早めに設置することで梯子や足場の利用を削減できるか？</li> <li>エッジ保護やその他の要素は安全なアクセスや建設が可能となるよう設計、設置されているか？</li> <li>作業の足場を設置できない場合に救命索や安全ハーネスを配備するためのアンカーポイントを増やすことができるか？</li> <li>床面開口部がある場合、最小限にできるか？</li> </ul>
仮設工事と順序	<ul style="list-style-type: none"> <li>臨時手段の代わりにそれよりも安全なアクセス手段を利用することは可能か？</li> <li>建設段階で利用できるような常設の階段や昇降機を先駆けて完成させることは可能か？</li> <li>設計は建設期間中の作業工程に影響を及ぼすものか？</li> <li>建設中に必要な仮設工事を早い段階で計画することは可能か？</li> <li>例えば、設計段階において空間的考慮を計算に入れるようにするために必要な仮設工事のタイプや位置を特定する。</li> </ul>

検討事項	特定されたハザードの詳細
仮設工事と順序	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工者に留意を促す必要のある建設にかかわる特別な検討事項はないか？</li> <li>施工順序が、追加的支柱を必要とするような何か不安定な仮設の作業足場を生み出すことはないか？</li> <li>恒久構造物や仮設構造物の過負荷や倒壊が予防できるよう設計に適切な安全要素を組み込むことは可能か？</li> </ul>
レイアウト	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設段階における敷地内や敷地周辺の車の流れ、歩行者、機材などに起因して発生する事故を防げるようレイアウトを最適化することができるか？</li> <li>恒久構造物となつてからの敷地内や敷地周辺の車の流れ、歩行者、機材を考慮する。</li> <li>レイアウトは事故を防ぐために最適化することが可能か？</li> <li>特定の部材、機材、車両および人の流れのダイアグラムを示す必要があるか？</li> </ul>
閉鎖空間	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計によつて恒久的もしくは一時的段階における閉鎖空間が生み出されていないか？</li> <li>閉鎖空間を設計から取り除くことができるか？</li> <li>必要不可欠な機材や制御装置を閉鎖空間から取り除くことによつて閉鎖空間に立ち入る必要性を最小化することは可能か？</li> </ul>
メンテナンスのためのアクセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全およびメンテナンス作業員やメンテナンス作業を実施するのに必要な道具および機材の効率的な動線を考慮してアクセス手段が提供されているか？</li> <li>定期的なメンテナンスが必要なエリアに対して、常設の安全なアクセス手段を作業員に提供することによつて、臨時のアクセス手段（例えば、足場や当座しのぎの梯子など）を排除することができるか？</li> <li>設計において、高所で実施することが必要なメンテナンス作業のために、常設の安全ロープ、アンカーポイントや昇降ポイントが構造物に採り入れられているか？</li> <li>メンテナンスの頻度が低く済む耐久性の高い材料（例えば、定期的な塗り直しが必要な軟鋼部材に対して、粉末塗装されたアルミ部材）が使用されているか？</li> <li>メンテナンス作業を地上層で安全かつ生産的に実施することは可能か？例えば、空機を地上層に設置すること、照明器具を高く高さに設置することである。</li> <li>設計はメンテナンス作業を実施する作業員の安全性と効率を低下させる、低い頭上空間を生み出していないか？</li> <li>設計はメンテナンス作業員がダクトや床下空間に入る必要性を最小限にしているか？</li> <li>設計は定期点検やメンテナンスにおいて隔壁や被覆物、枠などの解体の必要性を最小限にしているか？</li> <li>設計は建造物のメンテナンスもしくは作業中に、車両（例えば、クレーン車、移動式クレーン車）が安全かつ効率的に作業できるような十分なスペースを設けているか？</li> <li>設計は機械・電気（M&amp;E）室内およびM&amp;E機材の周辺に、機材の点検、メンテナンス、修理、交換のための十分な作業空間を設けているか？</li> <li>設計はいくつかの階層にわたつて壁面緑化システムが施されている場合、各階にメンテナンス用アクセスを設けているか？</li> </ul>

検討事項	特定されたハザードの詳細
緊急避難ルート	<ul style="list-style-type: none"> <li>仮設工事、本設工事の段階での緊急避難ルートは最短で最も直線的であるか？</li> <li>多数の人たちの避難に備え、緊急避難ルートに沿って照明、方向標示、警告、非常用電源が適切に配備されているか？</li> </ul>
健康被害	<ul style="list-style-type: none"> <li>有害性の低い材料を利用できるか（例えば、非溶剤もしくは難燃性の接着剤や水性塗料）？</li> <li>重大な火災リスクを生む可能性がある材料を取り除くことができるか？</li> <li>有害な環境、気体物質、粉じん、騒音、振動を発生させる工程を回避することはできるか？このような工程には、含有されるアスベストの拡散、煙瓦造りやコンクリートに埋め込まれたチューブの切断、地面への杭打ち工事、コンクリート削り、手作業での地下道の掘削、ガス切断、鉛含有塗料やカドミウムで塗装されたエリアの研磨が例に挙げられる。</li> </ul>
天候	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場に洪水が発生する可能性はないか？もしそうであるならば、仮設工事および本設工事ではハザードをどのように最小化できるか？</li> <li>現場に落雷が発生する可能性はないか？もしそうであるならば、仮設工事および本設工事ではハザードをどのように最小化できるか？</li> <li>現場にいる作業員の安全衛生に影響を及ぼす可能性のある有害な気象条件はないか？</li> <li>極端な気温や湿度が機器の使用に及ぼす影響はどのようなものか？</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>他に取り組みが必要な主要なハザードは存在するか？</li> <li>将来的な解体に備え、プレテンション方式もしくはポストテンション方式のケーブルなどの頑丈な蓄積エネルギー供給源を図面を明瞭にし、機軸しておくことはできるか？</li> <li>建造物もしくは構築物を大幅に変えることになった改造について留意を促すことができるか？</li> <li>入居済み建造物内の既存のユーティリティの中断を避けることができるか？</li> </ul>

表-3.5 施工前におけるデザインレビュー時のチェックリスト<sup>8)</sup>

検討事項	特定されたハザードの詳細
仮設工事と順序	<ul style="list-style-type: none"> <li>臨時手段よりも安全なアクセス手段を利用することは可能か？</li> <li>起り得る倒壊や地盤移動について早期警告情報を提供するモニター装置を設置することは可能か？</li> <li>建設段階で利用できる常設の階段や昇降機を先駆けて完成させることは可能か？</li> <li>設計は建設期間中の作業工程に影響を及ぼすものか？</li> <li>建設中に必要な仮設工事を早い段階で計画することは可能か？</li> <li>例えば、設計段階において空間的考慮を計算に入れるようにするために必要な仮設工事のタイプや位置を特定する。</li> <li>施工者に留意を促す必要がある建設にかかわる特別な検討事項はないか？</li> <li>建設順序が追加的の支柱を必要とするような不安定な段階を作り出すことはないか？</li> <li>恒久構築物や仮設構築物の過負荷や倒壊が予防できるように設計に適切な安全要素を組み込むことは可能か？</li> <li>掘削中に基底の隆起や配管がある可能性はないか？</li> <li>建設計画に起因する地盤沈下は発生しないか？</li> <li>機器を監視する適切なスケジュールは組まれているか？</li> <li>仮設工事の除去作業中に近隣の構築物に影響を及ぼすことはないか？</li> <li>そのような悪影響を低減もしくは最小化する代替案もしくは手段はないか？</li> </ul>
専門家による設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>専門家による設計要素に関して施工者が検証すべき安全上の懸念はないか？</li> <li>このような懸念を低減するために代替となる安全な作業慣行を用いることはできないか？</li> </ul>
天候	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場に洪水が発生する可能性はないか？もしそうであるならば、仮設工事および本設工事ではハザードをどのように最小化できるか？</li> <li>現場に落雷が発生する可能性はないか？もしそうであるならば、仮設工事および本設工事ではハザードをどのように最小化できるか？</li> <li>現場にいる作業員の安全衛生に影響を及ぼす可能性のある有害な気象条件はないか？</li> <li>極端な気温や湿度が機器の使用に及ぼす影響はどのようなものか？</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>手引き-1および手引き-2で特定されたリスクおよびハザードは取り組みが行われ低減されたか？</li> </ul>

シンガポールにおける安全設計専門家 (Design for Safety Professionals) となる者は次のような資格を備えていなくては

ならないとされている。

- 建設業界での安全衛生問題における相応の実績と経験。
- 専門家機関、業界団体、もしくは法定機関により実施される安全設計専門課程（旧 DfS コーディネータ課程）を受講し、審査に合格、もしくは同等の資格を取得していること。また、上記資格の候補者は次のいずれかをも満たしていなければならないとされています。
- 登録専門技術者 (PE) もしくは資格認定証を持つ建築士であること。
- 構造物の建設の設計（設計業務への従事、図面作成を含め設計における最小限 5 年の経験）および監督において 10 年以上の相応の経験を有していること。
- 専門技術者委員会（Professional Engineers Board (PEB)）もしくは建築士委員会（Board of Architects (BOA)）に資格登録されており、シンガポール測量士および鑑定士協会（Singapore Institute of Surveyors and Valuers (SISV)）ならびシンガポール・プロジェクトマネジャー協会 (SPM) の建設関連の資格登録があること。

#### C-3-4. 独国の建設業におけるリスクアセスメントの実態

独国連邦運輸デジタルインフラ省 (BMVI; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) が 2015 年に発表したステップバイステップ計画「デジタル計画と建設」では、2020 年までに計画されるすべての新しいプロジェクトに BIM レベル I を適用することを目的として、独国連邦運輸デジタルインフラ省 (BMVI) の受入れ

内で BIM を段階的に導入するための道筋を示している。

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

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

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

このうち、BIM のユースケースに関する適切なガイダンスとサンプルの提供では、企画から設計、施工、運用までの段階を通じて、BIM の使用に対する具体的なアプローチを BIM4INFRA2020 ハンドブックとして公表している。このハンドブックは、様々な BIM

ユースケースを説明しており、実際の建設プロジェクトでの使用を想定したものである。以下の BIM4INFRA2020 ハンドブックが Part1～10 まで用意されている。

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

このうち、「Part6: 最も重要な BIM ユースケースの標準仕様」34) について内容を概観する。

同標準仕様では、表-3.6 に示すように、建設プロジェクトの流れと BIM のユースケース（AWF1～20）の関係を示している。

表-3.6 建設プロジェクトの流れと BIM のユースケース (AWF1~20) の関係<sup>34)</sup>

No	適用例	HOAIによる業務段階									運用方法
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
既存状態の確認											
AWF 1	既存状態の確認										
設計											
AWF 2	設計バリエーションの調査										
AWF 3	可視化										
AWF 4	設計計算及び検証										
AWF 5	専門家との調整										
AWF 6	設計進捗状況の管理										
AWF 7	設計図・承認図の作成										
AWF 8	労働安全衛生：設計とテスト										
AWF 10	コスト見積もりとコスト計算										
承認											
AWF 9	設計の承認										
発注											
AWF 11	数量表、入札案内、契約の締結										
施工計画と施工											
AWF 12	施工のスケジューリング										
AWF 13	物流計画										
AWF 14	施工計画書の作成										
AWF 15	工事進捗管理										
AWF 16	設計変更管理										
AWF 17	施工の請求										
AWF 18	欠陥管理										
AWF 19	書類作成										
供用											
AWF 20	供用や維持管理に活用										

既存状態の確認（建設予定地の地形、地質の確認等）、設計、承認、（施工の）発注、施工計画と施工、供用という流れであり、各段階においてそれぞれ細分化された項目毎に BIM の適用例を示している。ここで、労働安全衛生は、表-3.6 の「設計」段階のうち、「AWF8 労働安全衛生：設計とテスト」の箇所に位置付けられていることがわかる。つまり、労働安全衛生への配慮は、設計段階にても検討することとなっている。

次に、前述した「Part6:最も重要な BIM ユースケースの標準仕様」に話を戻すと、設計段階における労働安全衛生についての BIM の使用例を同標準仕様の中で AWF8 として示しており、その定義は、安全衛生に関連する側面（安全装置、制限区域、避難経路、操作手順等）を BIM モデルで表現し、必要に応じて一時的な施工条件や施設の一時的な影響を 4D モデルとして表現するとある。ま

た、施工中に必要な措置の監視と管理、モデルを使った必要な修正の記録とある。利点としては、安全衛生に関連する側面のコミュニケーションの向上、視覚的にサポートされたモデルから安全衛生対策のための要件を導き出すことによる品質向上、施工中のプロセス及び健康に係るリスクの低減、モバイル技術を用いて竣工検査等を構造化して記録し文書化の向上と情報共有の促進、等々を挙げている。

ユースケースとしては、制限区域、手すり、避難経路等を 4D の BIM モデルに追加すること、安全衛生コーディネーターの検査への利用等を挙げている。実践例として、図-3.9 に示すように、施工現場の手すりの設置等の安全に関連する側面を BIM モデルにより表現している例が挙げられている。

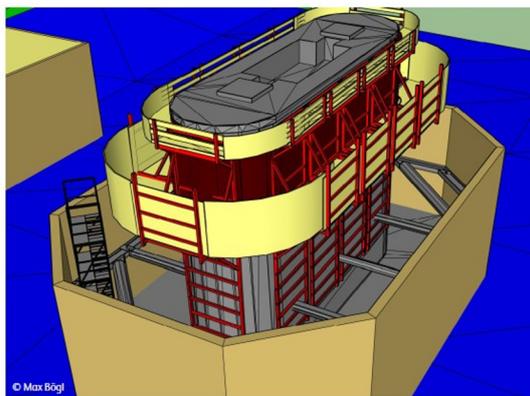


図-3.9 施工現場の手摺の設置等の安全に関連する側面を BIM モデルにより表現している例<sup>34)</sup>

以上、整理すると、独国では、労働安全衛生について、設計段階にて検討することとなっており、BIM4INFRA2020 ハンドブックの中で、BIM の使用例を設計段階における「労働安全衛生：設計とテスト (AWF8)」として

示している。また、従来からの規制によるHOAIと建設プロジェクトの各段階におけるBIM利用との関係から、労働安全衛生は設計段階のうち、コスト計算を含むデザインプランニングや実装計画に検討する事項であることがわかった。

C-3-5. 米国の建設業における Prevention through Design (PtD) の考え方

フロントローディング (front-loading) という言葉が建設業界に登場したのは、2000年代(2000～2010年)の半ば頃からとのことである<sup>35)</sup>。フロントローディングとは、一般的には「設計初期の段階に負荷(ローディング)をかけることで、後々の負担を軽減すること」を言う。計画、設計の段階で、施工の安全性や供用時の利便性・安全性などをしっかりと検討し対応することによって、施工者やメンテナンス業者にとっても安全性の向上し、オーナーである施主にとっても資産価値が向上するなど多くのメリットがあるのがフロントローディングである。

世界的にみると、前述したように、ヨーロッパでは安全衛生に関してもフロントローディングが進められているが、米国ではほぼ同じ概念で、「Prevention through Design (PtD)」(設計段階における安全対策)という考え方を普及させようとしている。設計段階において、施設設備の建設、製造、使用、保守、廃棄に関連した危険とリスクを最小限にすることが目的である。そのために、設計段階から適切にリスクを除去又は低減を考えるということである。米国における安全に及ぼす影響とコスト等の関係を図-3.10に概念図として示す。

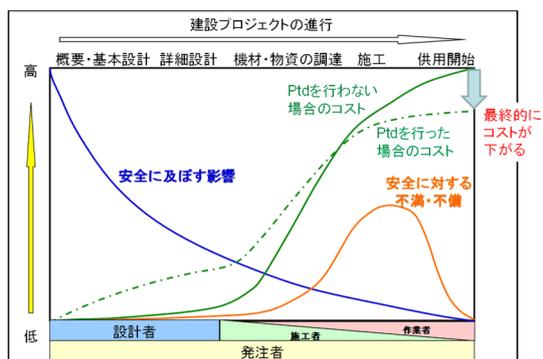


図-3.10 米国における Prevention through Design (PtD) の考え方<sup>36), 37), 4)</sup>

同図は、オレゴン州立大学の Gambatese 教授が示したもので、同図の横軸は、建設プロジェクトの進行を示している。図の縦軸はそれぞれの曲線の高低を示している。まず、同図中の「安全に及ぼす影響」を見ると、「概要・基本設計」の段階において最も大きいことを示している。一方、「コスト」を見ると、「機材・物資の調達」から上昇し始め、「施工」で急激に増加する。また、「施工」の段階に入ると、施工の安全衛生対策のための「資金に対する不満・不備」が増大することがわかる。PtDでは、「安全に及ぼす影響」の大きい計画・設計の段階から、できる限りのリスクを排除し、また施工の効率化等も設計から考慮することによって、結果的にはトータルコストを今までよりも低く抑えようという考え方である。

PtDは全く新しい概念ではなく、従来から考慮されてきた場合もある。例えば、建物に予めフルハーネスのフックをかける治具や手摺りを設けておくことも一つのPtDである。その他、足場設置のための壁つなぎ用の穴を外壁に予め設置しておくこと、作業を

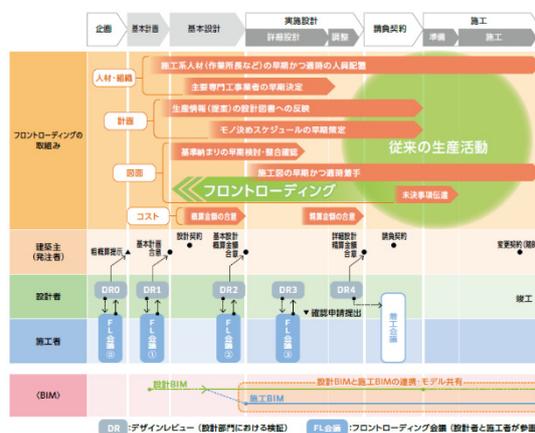
ユニット化することにより、単一作業は同じ安全衛生対策を繰り返せば対応できるといったような方法も PtD である。すなわち、PtD とは、施工時の安全衛生レベルを向上させるために、設計段階から考えようというコンセプトである。

#### D. 考察

本節では、建設業の理想的なリスクアセスメントについて考察する。これまで、リスク低減措置の優先順位から「①設計や計画の段階における措置」、機械安全分野におけるリスク低減措置である「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）」、海外のリスクアセスメントの実態等を記述してきた。その中で、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ては、「FL（フロントローディング）会議」、「DR（デザインレビュー）」、「設計段階から施工者が関与する方式（ECI 方式）」及び「BIM/CIM」がキーワードとして挙げられると考えている。以下、それらについて順に記載する。

日本では、フロントローディングについて、（一社）日本建設業連合会の「フロントローディングの手引き 2019」<sup>38)</sup>という資料にわかりやすくまとめられており参考になる。同資料によると、文献調査や有識者へのヒアリングを通じて、以下のような新たな定義付けをしている。つまり、「プロジェクトの早い段階で建築主のニーズをとりこみ、設計段階から建築主・設計者・施工者が三位一体でモノ決め（合意形成）を進め、後工程の手持ち・手戻りや手直しを減らすことにより、全体の業務量を削減し、適正な品質・コスト・工期をつくり込むこと」としている。

また、同資料では、フロントローディングの先進事例をフロー図として図-4.1 のように示している。



※このフロー図はフロントローディングの理想型の一例を示しています。建物用途などをはじめとした個々のプロジェクト特性により、取組み内容や時期はそれぞれオーダーメイドすればよいと考えます。

※DR（デザインレビュー）とFL会議（フロントローディング会議）  
フロントローディングの推進には、設計者と施工者の連携が不可欠です。プロジェクトの設計段階の各ステップで、DRとFL会議のサイクルを繰り返しながら、設計内容やコスト、工期などについて、建築主との合意を形成していくことがフロントローディングを成功させるためには求められます。

図-4.1 フロントローディングの流れ（概略フロー図）<sup>38)</sup>

同図の横軸に企画、基本計画、基本設計、実施設計、請負契約、施工という建設プロジェクトの流れを示し、従来は主に実施設計後半から始まっていた生産活動を、より上流（front）の企画・設計段階につくり込み（loading）をしようという流れがよくわかる。また、DR（デザインレビュー）、FL（フロントローディング）会議を通じて、設計段階から施工者が関与することもわかる。さらに、BIM/CIM というツールを合わせて活用する場合もあることがわかる。これはあくまで一つの事例であり、全てがこの通りである必要はなく、プロジェクトの特性に応じてフレキシブルな運用を図れば良いとも記述されている。

このような資料が発行された経緯には、国が設置した「建設業の働き方改革に関する

る協議会」の関係省庁連絡会議が「建設工事における適正な工期設定等のためのガイドライン」<sup>39)</sup>を策定し、その中で、生産性向上の具体的施策の1つとして、「設計等プロジェクトの初期段階において、受発注者間で施工等に関する検討を集中的に行い、生産性向上の取組を強化することができるよう、フロントローディング( ECI方式の活用等)の積極的な活用」と明記したこともあるようである。

そこで、フロントローディングに労働安全衛生も適切に取り込むことを考える。前述したように、フロントローディングの後半部分に、「・・・後工程の手持ち・手戻りや手直しを減らすことにより、全体の業務量を削減し、適正な品質・コスト・工期をつくり込むこと」とあるため、もし仮に、施工中に作業員が健康を害す、ケガをする、又は、亡くなった場合、生産性を担う作業員が一時に、場合によっては永久的に欠けるため、生産性や工期に影響してくる。また、事故や災害の影響で、工程の手戻り、手直し、事故処理の対応で全体の業務量を増加させてしまい、結局のところ、コスト・工期を増大・延長させてしまうことになる。これは建築主としてもデメリットとなるため、施工中の労働安全衛生も建築主のニーズの一つであるとも言える。

つまり、フロントローディングの定義によると、前半部分の「プロジェクトの早い段階で建築主のニーズをとりこみ、設計段階から建築主・設計者・施工者が三位一体でモノ決め（合意形成）を進め、・・・」という箇所、設計段階から建築主・設計者・施工者が三位一体で労働安全衛生を考えることも理に適しているということもできる。

ここで、労働安全衛生におけるリスク低減措置の例を挙げる。前年度の本研究課題において「危険源から危害に至るプロセス」図を用いた災害分析により明らかになったリスク低減措置の優先順位をまとめたものである。

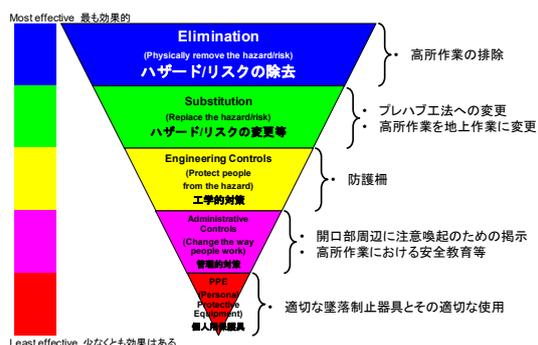


図-4.2 墜落・転落災害防止対策のリスク低減措置の優先順位の例

墜落・転落災害防止対策に係るリスク低減措置の一例を図-4.2のように考えると、「①設計や計画の段階における措置」（「ハザードの除去」及び「ハザードの変更」）においては、「高所作業の排除」、「プレハブ工法への変更」、「高所作業を地上作業に変更」等、こちらも同様に、企画・設計段階で議論しなければ決められない事項が多く見受けられる。

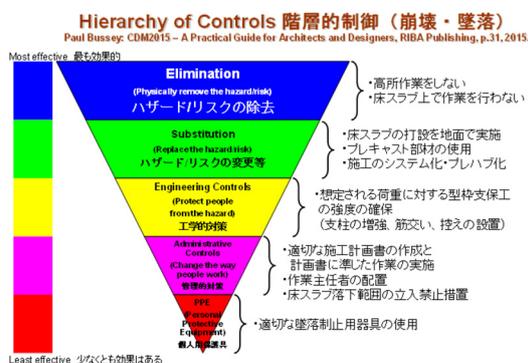


図-4.3 型枠支保工の倒壊災害の同種災害

におけるリスク低減措置の優先順位

また、実際に発生した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-4.3にまとめた。「高所作業をしない」、「床スラブ上で作業を行わない」、「施工のシステム化・プレハブ化」等、こちらも同様に、企画・設計段階で議論しなければ決められない事項が多く見受けられる。

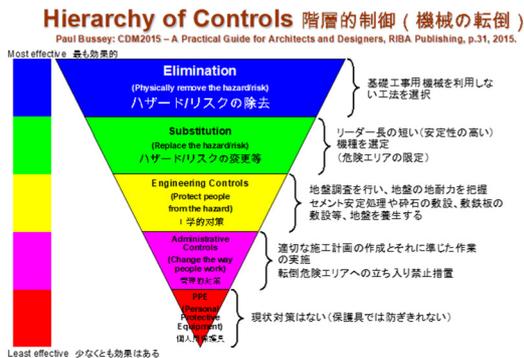


図-4.4 基礎工事用機械の転倒災害の同種災害におけるリスク低減措置の優先順位

次に、実際に発生した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を図-4.4にまとめた。「基礎工事用機械を利用しない工法を選択」について、企画・設計段階で議論しなければ決められない事項である。

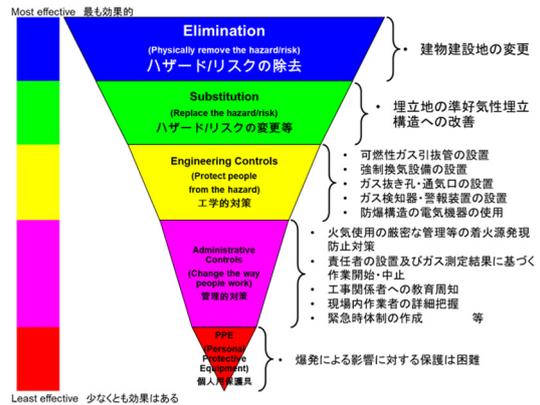


図-4.5 建設地からの可燃性ガス発生による爆発災害の同種災害におけるリスク低減措置の優先順位

さらに、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を図-4.5にまとめた。「建物建設地の変更」、「埋立地の準好気性埋立構造への改善」等、こちらも同様に、企画・設計段階で議論しなければ決められない事項が多く見受けられる。

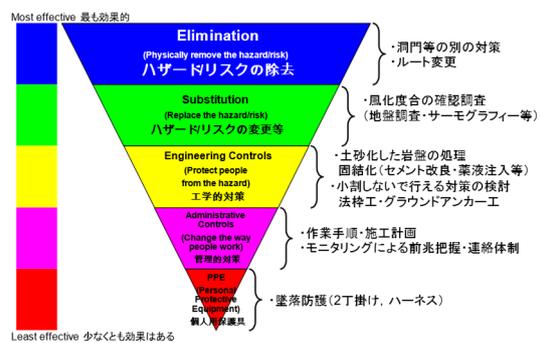


図-4.6 法面保護工事における土砂崩壊災害の同種災害に係るリスク低減措置の優先順位

法面保護工事における土砂崩壊災害の同種災害に係るリスク低減措置の優先順位を図-4.6に示す。同災害を例にとると、「①

設計や計画の段階における措置」（「ハザードの除去」及び「ハザードの変更」）の具体においては、「洞門等の別の対策」、「ルート変更」等であり、企画・設計段階で議論しなければ決められない事項がある。

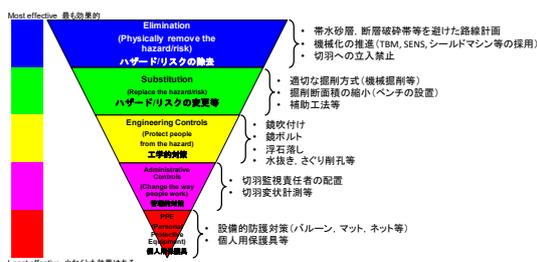


図-4.7 肌落ち災害防止対策のリスク低減措置の優先順位 6) に加筆

最後に、トンネル建設工事における肌落ち災害防止対策に係るリスク低減措置の一例を図-4.7に示す。肌落ち災害とは、トンネルの掘削の最先端である切羽において、掘削面から岩石が落下し、作業員に当たって重傷を負ってしまうことである。場合によっては死に至ることもある。同災害を例にとると、「①設計や計画の段階における措置」（「ハザードの除去」及び「ハザードの変更」）の具体においては、「路線計画」、「機械化の推進」、「掘削方式」、「補助工法」等であり、企画・設計段階で議論しなければ決められない事項が多く見受けられる。

このように、厚生労働省が当初から掲げていたリスクアセスメントにおけるリスク低減措置によると、「①設計や計画の段階における措置」（「ハザードの除去」及び「ハザードの変更」）を優先的に考えるべきであり、これらは企画・設計段階で議論しなければ決められない事項が多くあることがわかる。つまり、リスク低減措置、言い換えると、

大きな枠組みでは労働安全衛生は、フロントローディングととても相性が良いことがわかる。

次に、具体的にフロントローディングに労働安全衛生を組み込むには、図-4.1に示すように、「DR（デザインレビュー）」、「FL（フロントローディング）会議」又は「BIM/CIM」の中で、「適正な品質・コスト・工期」に加えて、「安全衛生」もつくり込むことを検討することが望ましい。（一社）日本建設業連合会のフロントローディングの定義<sup>35)</sup>に加筆すると、「プロジェクトの早い段階で建築主のニーズをとりこみ、設計段階から建築主・設計者・施工者が三位一体でモノ決め（合意形成）を進め、後工程の手持ち・手戻りや手直しを減らすことにより、全体の業務量を削減し、適正な品質・コスト・工期・安全衛生をつくり込むこと」となる。

「適正な品質・コスト・工期」だけでなく、「安全衛生」についても、プロジェクトの特性に応じて、「DR（デザインレビュー）」、「FL（フロントローディング）会議」、「BIM/CIM」のうち、最適な方法を選択し、フレキシブルな運用を図れば良いと考える。

これらの方法を用いた労働安全衛生の取組について以下に示す。前述したように、シンガポールでは、「Workplace Safety and Health Guidelines Design for Safety」<sup>33)</sup>を発出し、同ガイドラインの中で、基本設計、実施設計、施工前と各段階においてデザインレビューを実施し、発注者と設計者がリスク登録表に全ての想定されたリスクを列挙することを求めている。例えば、基本設計が終了した段階で、発注者と設計者がデザインレビューのためのミーティングを開催

し、同ミーティングの中で、基本設計において想定されるリスクを列挙し、リスク登録表に全てのリスクを記載する。これを図-4.1に当てはめて考えると、「DR0」・「DR1」・「DR2」・「DR3」・「DR4」及びそれに関連した「FL 会議 0」・「FL 会議 1」・「FL 会議 2」・「FL 会議 3」を通して、建築主（発注者）・設計者・施工者が三位一体で、想定されるリスクを列挙し、設計段階で除去・低減できるリスクについては除去・低減し、残留リスクについては次の段階にリスク情報を共有（合意形成）して進めれば良いと考えられる。

このとき、施工者が設計段階に関与できない設計・施工分離発注方式では、発注者と設計者が建設業の労働安全衛生に精通していない場合もあるため、シンガポールでは、安全設計専門家という資格を設け、同専門家が DR（デザインレビュー）会議の調整、発注者と設計者がリスク登録表を作成する支援等を行っている。また、前述したように、シンガポールのガイドラインでは、チェックリストも用意されており、最低限こういった事項をリスクとして登録すべきか示されている。プロジェクトの特性に応じてフレキシブルにチェックリストを作成しても良いと考える。

本研究においても工種ごと又は災害防止対策ごとにチェックリストの作成を試みた。チェックリストの例を表-4.1～表-4.6に示す。これらのチェックリストは、図-4.2～図-4.7のリスク低減措置の優先順位の図から、本質的安全設計に該当する「ハザードの除去」及び「ハザードの変更」に係る対策を設計段階において考慮することが望ましい対策、それ以外を施工段階において考慮する

ことが望ましい対策としてまとめたものである。

表-4.1 墜落・転落災害防止対策に係るチェックリスト

分類	検討事項
設計段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高所作業の排除</li> <li>・ プレハブ工法への変更</li> <li>・ 高所作業を地上作業に変更</li> </ul>
施工段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防護柵</li> <li>・ 開口部周辺に注意喚起のための掲示</li> <li>・ 高所作業における安全教育等</li> <li>・ 適切な墜落制止器具とその適切な使用</li> </ul>

表-4.2 型枠支保工の倒壊災害の同種災害防止に係るチェックリスト

分類	検討事項
設計段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高所作業の排除</li> <li>・ 床スラブ上で作業を行わない</li> <li>・ 床スラブの打設を地面で実施</li> <li>・ プレキャスト部材の使用</li> <li>・ 施工のシステム化・プレハブ化</li> </ul>
施工段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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）</li> <li>・ 適切な施工計画書の作成と計画書に準じた作業の実施</li> <li>・ 作業主任者の配置</li> <li>・ 床スラブ落下範囲の立入禁止措置</li> <li>・ 適切な墜落制止器具とその適切な使用</li> </ul>

表-4.3 基礎工事用機械の転倒災害の同種災害防止に係るチェックリスト

分類	検討事項

設計段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎工事用機械を使用しない工法の選択</li> <li>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）</li> </ul>
施工段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤調査を行い、地盤の地耐力を把握</li> <li>セメント安定処理や砕石の敷設、敷鉄板の敷設等、地盤を養生する</li> <li>適切な施工計画の作成とそれに準じた作業の実施</li> <li>転倒危険エリアへの立入禁止措置</li> </ul>

計段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>洞門等の別の対策</li> <li>風化度合の確認調査（地盤調査・サーモグラフィー等）</li> </ul>
施工段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂化した岩盤の処理、固結化（セメント改良・薬液注入等）</li> <li>小割しないで実施できる対策の検討（法枠工、グラウンドアンカー工等）</li> <li>作業手順・施工計画の作成・周知</li> <li>モニタリングによる前兆把握・緊急連絡体制</li> <li>適切な墜落制止器具とその適切な使用</li> </ul>

表-4.4 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防止に係るチェックリスト

分類	検討事項
設計段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>建物建設地の変更</li> <li>埋立地の準好気性埋立構造への改善</li> </ul>
施工段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>可燃性ガス引抜管の設置</li> <li>強制換気設備の設置</li> <li>ガス抜き孔・通気口の設置</li> <li>ガス検知器・警報装置の設置</li> <li>防爆構造の電気機器の使用</li> <li>火気使用の厳密な管理等の着火源発現防止対策</li> <li>責任者の設置及びガス測定結果に基づく作業開始・中止</li> <li>工事関係者への教育周知</li> <li>現場内作業者の詳細把握</li> <li>緊急時体制の作成</li> </ul>

表-4.5 法面保護工事における土砂崩壊災害の同種災害防止に係るチェックリスト

分類	検討事項
設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>ルート変更</li> </ul>

表-4.6 トンネル建設工事の肌落ち災害の同種災害防止に係るチェックリスト

分類	検討事項
設計段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>帯水層、断層破砕帯等を避けた路線計画</li> <li>機械化の推進（TBM, SENS, シールド工法等の採用）</li> <li>適切な掘削方式（機械掘削等）</li> <li>掘削断面積の縮小（ベンチの設置）</li> <li>補助工法</li> </ul>
施工段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>浮石落とし</li> <li>鏡吹付け</li> <li>鏡ボルト</li> <li>水抜きボーリング</li> <li>さぐり削孔</li> <li>切羽への立入禁止措置</li> <li>切羽監視責任者の配置</li> <li>切羽変状計測</li> <li>設備的防護対策（バルーン、マット、ネット等）</li> <li>適切な保護具とその適切な使用</li> </ul>

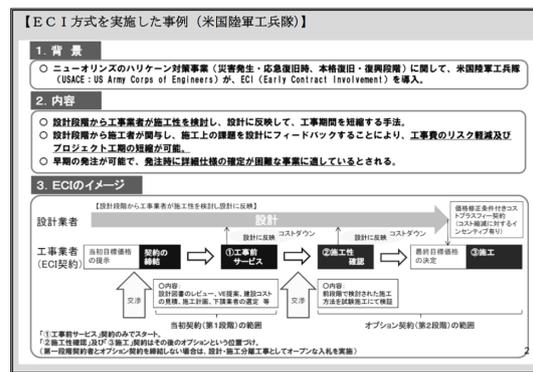
このように、各災害について「危険限から危害に至るプロセス」図を用いて分析し、本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の提供と、機械安全分野のスリーステップメソッドに基づいた再発防止対策を立案してい

くことで、自ずと今後の同種災害防止に係るチェックリストを作成することができる。

このような設計段階からのリスク登録に係る行政施策は、シンガポールを発端としているわけではなく、英国のCDM、ヨーロッパ連合（European Union）の「Council Directive 92/57/EEC of 24 June 1992 on the implementation of minimum safety and health requirements at temporary or mobile construction sites」<sup>40)</sup>に端を発している。

次に、「設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）」と労働安全衛生の関係について考察する。国土交通省では、平成26年6月4日に公布され、即日施行された「公共工事の品質確保の促進に関する法律の一部を改正する法律」（平成26年法律第56号）第14条の基本理念の実現に資するため、発注者による適切な入札契約方式の選択が可能となるよう、多様な入札契約方式を体系的に整理し、その導入・活用を図ることを目的として、「公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン」<sup>28)</sup>を作成した。同ガイドラインにおいて、「設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）」は、「設計段階の技術協力実施期間中に施工の数量・仕様を確定した上で工事契約する方式である。（施工者は発注者が別途契約する設計業務への技術協力を実施）」としている。ECIは「Early Contractor Involvement」の略である。つまり、「設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）」とは、図-4.8に示すように、予備設計又は詳細設計、場合によっては概略設計と早期に施工予定者がプロジェクトに関与し、施工上の課題を設計にフィードバックし、施工段階における設計変

更をなるべく軽減させることを意図している。



出典）「発注者責任を果たすための今後の建設生産・管理システムのあり方に関する懇談会（第1回）」（平成25年11月国土交通省）

図-4.8 設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）（イメージ）<sup>28)</sup>

近年、日本においてもECI方式を採用するプロジェクトが広がりを見せているが、現段階では、設計変更に伴う工事費増加リスクの低減、工期の短縮が主目的である。今後は労働安全衛生についても同様に考慮することで日本の建設プロジェクトの安全性も向上するものと考えている。

同図を見ると、予備設計等の段階から施工者が「施工性を考慮した工法提案等の技術協力を実施」とあり、表-3.3～表-3.5のデザインレビュー時のチェックリストとも関連するが、建築主（発注者）・設計者・施工者が三位一体で、リスクの大小に応じて適切な施工方法の在り方を議論し、合意形成してプロジェクトを進めることができる。

また、設計・施工分離発注方式においては、施工者が設計段階に関与できないため、設計段階のデザインレビュー時にリスクを想定することが難しいことが想像される。一

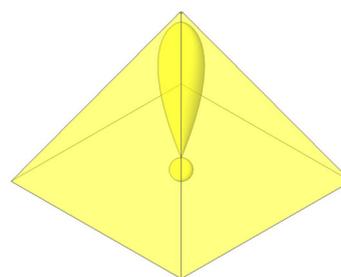
方、「設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）」では、図-4.1のとおり、施工者が「DR（デザインレビュー）」及び「FL（フロントローディング）会議」に参画できるため、施工者の視点からリスクを想定することが可能となる。施工者が労働安全衛生に係るリスクを早期に除去・低減するため、施工段階における設計変更が減り、手戻りがなくなり、建築主（発注者）と設計者としてもメリットがあると推察される。

最後に、BIM/CIMが挙げられる。BIMとは Building Information Modelling の略である。また、CIMとは Construction Information Modelling の略である。BIMとCIMは建築と土木の違いだけであり、国際的にはどちらもBIMとして区別していない。現在の設計はCAD（Computer-Aided Design；コンピュータの製図ソフトによる設計）を用いて行われることが多く、一般的には、2次元の正面図、立面図等から設計することが多い。一方、BIM/CIMは、3D（3次元）CADを用いて、3次元の立体的なモデルのまま設計を行う。つまり、3次元のモデルをそのまま3次元の仮想空間で構築するよう設計を行う。その立体モデルから、2次元の平面図、立面図、透視図等を出力できる。したがって、立体モデルで、窓を変更すれば、平面図も立面図も連動して自動的に変更される。また、立体モデルからは、面積、躯体量、部品数、部品長さ等の属性情報も出力できる。

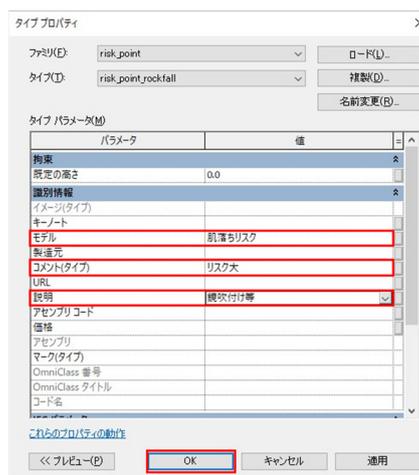
最近では、3次元のBIM/CIMに時間情報を加えて、4D（4次元）化することで、施工や竣工後の維持管理にも4DのBIM/CIMが活用されている事例もある。また、BIM/CIMによる立体モデルや透視図は、建築主（発注

者）、設計者、施工者等の中でコミュニケーション手段としても有効である。

BIM/CIMを利用すれば、立体モデルに直接リスクとその発生箇所を図示できるだけでなく、3次元又は4次元でのリスク情報の見える化が可能と考えられる。生産性向上や品質向上を意図した情報だけでなく、リスク情報もBIM/CIMの共通データ環境に明示し、発注者、設計者、施工者等の関係者間でリスク情報を共有していくことが重要と考えている。このため、BIM/CIMソフトウェア（Autodesk Revit®）上に、ファミリー（部品）として様々な建設プロジェクトにも共有可能なリスクポイントを図-4.9(a)のように作成した<sup>1), 41)</sup>。



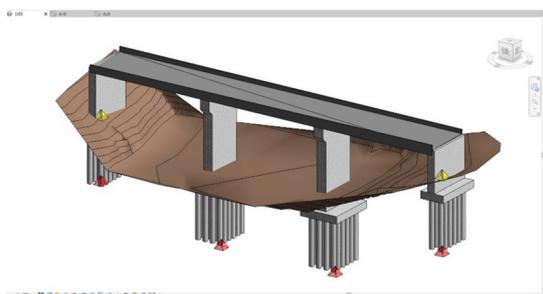
(a) リスクポイント



(b) 属性情報

図-4.9 Autodesk Revit®において作成したリスクポイントとその属性情報<sup>1), 41)</sup>

同リスクポイントはファミリーファイルとして作成されており、任意のプロジェクトファイルにロード可能である。また、図-4.9(b)のように、リスクの種類、リスクの大きさ、リスク低減措置等を入力できるようになっており、リスクポイントの大きさ、カラーも変更できる。



(a) 橋梁の建設プロジェクトファイルにリスクポイントをロード<sup>42)</sup>に加筆

＜一般モデル集計表＞			
A	B	C	D
モデル	コメント(タイプ)	説明	個数
地質・地盤リスク	リスク大	杭基礎を基盤岩に到達させる。	1
地質・地盤リスク	リスク大	杭基礎を基盤岩に到達させる。	1
地質・地盤リスク	リスク大	杭基礎を基盤岩に到達させる。	1
地質・地盤リスク	リスク大	杭基礎を基盤岩に到達させる。	1
地質・地盤リスク	リスク中	斜面防護工の検討。	1
地質・地盤リスク	リスク中	斜面防護工の検討。	1

(b) 全リスクポイントの属性情報の一括表示

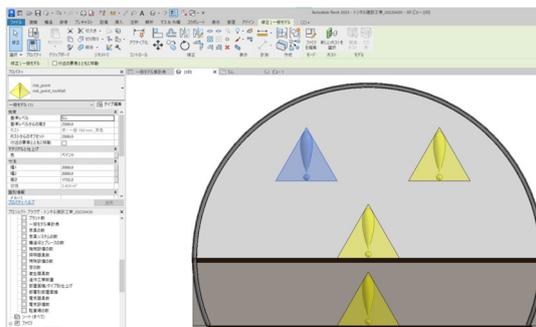
図-4.10 Autodesk Revit®において橋梁の基礎の地盤に設置したリスクポイントとリスクの一覧表<sup>42)</sup>に加筆、1)

ここでは、リスクポイントの適用事例として、リスクポイントのファミリーファイルを Autodesk Revit®が提供しているトレーニング教材である橋梁の建設プロジェクトファイルにロードした。リスクポイントは図-4.10 (a)のとおり、合計6つ配置した。リスクポイントのリスクの種類は、地質・地盤リスクであり、リスクの大きさ、対策も属性情報に入力した。その後、集計表を作成す

ると、図-4.10 (b)のとおりである。配置した全てのリスクポイントの属性情報は、集計表として直ちに出力できる。

さらに、トンネル建設プロジェクト及び住宅建築プロジェクトにリスクポイントを設置した事例を図-4.11 及び図-4.12 に示す。

トンネル建設プロジェクトの事例では、肌落ち、粉塵暴露、重機との接触、地質・地盤に係るリスクを挙げた。また、住宅建築プロジェクトの事例では、墜落・転落リスクを挙げた。



リスク登録表						
A	B	C	D	E	F	G
モデル	コメント(タイプ)	面積	構造フェーズ	解体フェーズ	説明	個数
肌落しリスク	リスク大	2.42 m <sup>2</sup>	フェーズ 1	なし	構造物付帯	1
粉塵暴露リスク	リスク中	2.42 m <sup>2</sup>	フェーズ 1	なし	掘削(近気集塵機集塵方式)	1
重機との接触リスク	リスク大	2.42 m <sup>2</sup>	フェーズ 1	なし	重機:人の空間-時間分離	1
地質・地盤リスク	リスク大	2.42 m <sup>2</sup>	フェーズ 1	なし	地盤調査	1

図-4.11 トンネル建設プロジェクトにおけるリスクポイントとリスクの一覧表<sup>1)</sup>

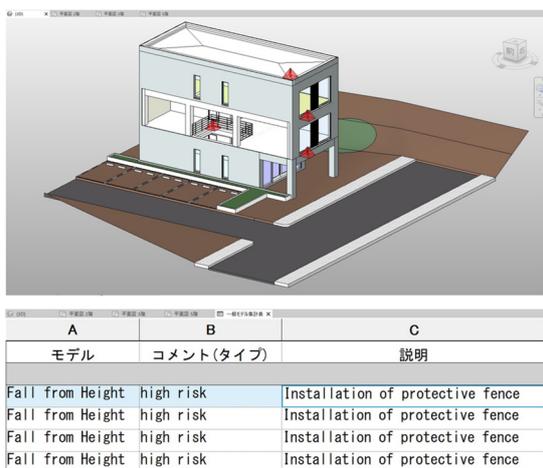


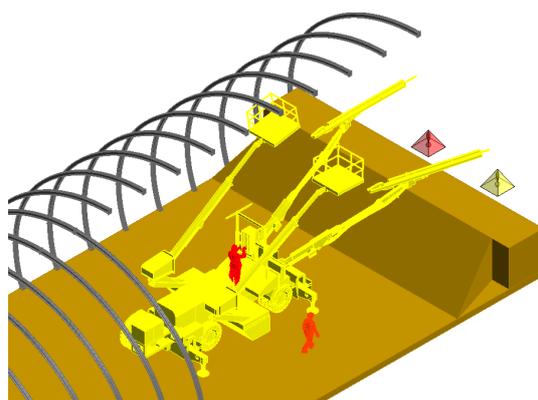
図-4.12 建築プロジェクトにおけるリスクポイントとリスクの一覧表<sup>44)</sup>に  
加筆

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、基本設計、実施設計等の各段階で想定されるハザード又はリスクが新たに出現した場合には、その都度、新たなリスクポイントを配置できる。一方、許容可能なリスクレベルまで低減又は除去できたリスクについては、その旨、属性情報に記載し、カラー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図-4.10 (b)、図-4.11、図-4.12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、シンガポールのガイドライン<sup>33)</sup>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。

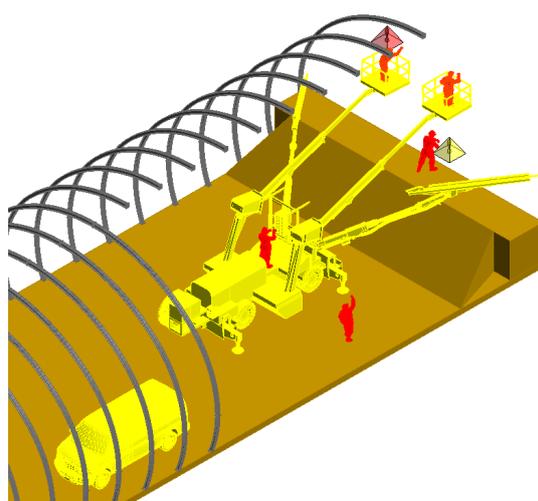
このように、設計段階からの安全配慮として、想定されるハザード又はリスクを抽

出し、建設プロジェクトに係る全ての関係者が共通のデータ環境において、リスク情報として共有し、より早期の段階でリスク低減措置を施すことが重要である。ハザード又はリスクは、専門知識を有した者でないと発見・抽出は困難である。今後もより安全な環境のもと建設プロジェクトを推進するために、技術者の果たす役割は大きい。

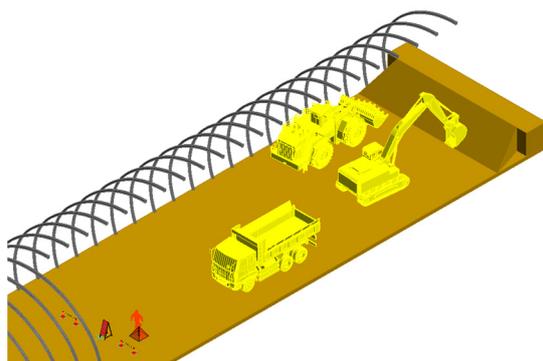
また、施工計画段階又は施工段階においても、施工過程も再現した4次元のBIM/CIMを作成すれば、完成後の設計図からは見えなかった施工途中のリスクが浮き彫りになる可能性がある。



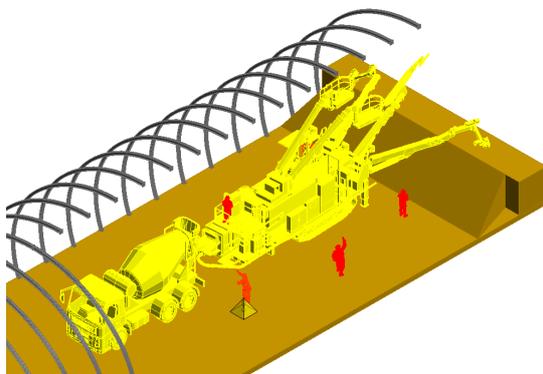
(a) 穿孔作業



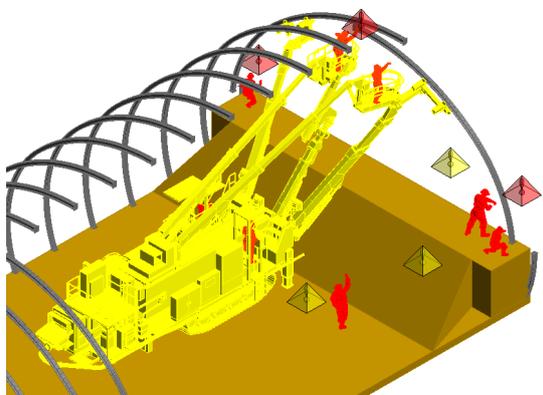
(b) 装薬作業



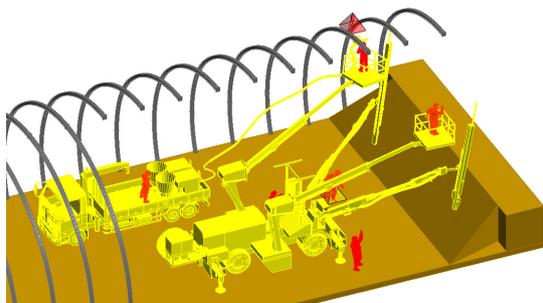
(c) ずり出し作業



(d) 吹付け作業



(e) 支保工建込作業



(f) ロックボルト打設作業

図-4.13 トンネル建設工事の施工過程も再現した4次元のBIM/CIMの例

トンネル建設工事の施工過程も再現した4次元のBIM/CIMの例を図-4.13に示す。穿孔、装薬、ずり出し、吹付け、支保工建込、ロックボルト打設作業の施工過程の中で想定されるハザード又はリスクをリスクポイントとしてBIM/CIM図面上に記載している。

例えば、支保工建込作業では、支保工建込込み中の肌落ちのリスク、金網設置時の肌落ちのリスク、補助ベンチからの墜落・転落リスクといったリスクが想定される。このように施工過程も再現した4次元のBIM/CIMを作成することで、施工過程のリスクも可視化でき、作業開始前のKY活動にも利用できると考えられる。特に、非定常の作業では、職長から作業員に至るまで全ての関係者が、頭の中に同じ施工過程の映像を思い浮かべながら施工に従事できることが重要と考えている。KY活動にて、予め仮想現実の中で施工を疑似体験し、それを共有しながら実際の施工に当たれば、各人が各々の役割、個々の動きを把握しつつ施工でき、より安全に作業を遂行できると推察される。

また、トンネル建設工事だけでなく、一般的なビル建築工事等において、例えば、2次元の設計図からは見えてこなかった施工途中の開口部の存在、プレハブ化を実施する上で部材の寸法が安全に施工可能な範囲内であるか否か、施工過程で設置するクレーン等の3次元的な動きの中で作業員がクレーン等の可動範囲に立ち入る可能性等々、高次元化することで、ハザードやリスクが可視化できることが大きいと考えられる。

さらに、図-4.1 に示すように、「DR（デザインレビュー）」及び「FL（フロントローディング）会議」において、3次元又は4次元の BIM/CIM の可視化により、施工者だけでなく建築主（発注者）と設計者がリスクを想定することが容易になり、それらのリスクを直接 BIM/CIM に書き込むことで、情報の共有も容易になる。また、その BIM/CIM データを各段階に引き継ぎ、継続的にアップデートしていくことで、除去したリスク、低減したリスク、残留リスクも明確に情報共有でき、建設プロジェクトにおいて一元管理できると考えられる。これらの事項は図-4.14 に示すように、すでに英国において規格化の動きも見られる<sup>44)</sup>。

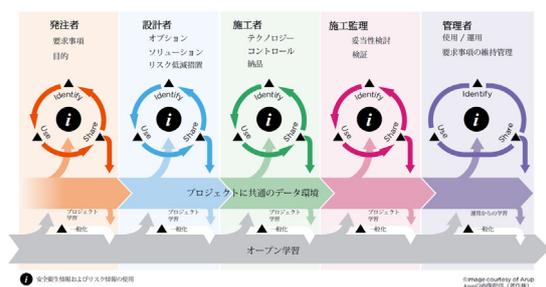


図-4.14 労働安全衛生情報の進行的発展（スパイラルアップ）<sup>44)</sup>

### E. 結論

このように、フロントローディングと労働安全衛生は非常に相性が良く、海外ではすでにそれらを規則化・規格化している国も見受けられる。日本においては、国土交通省が中心となり、「生産性向上の取組を強化することができるよう、フロントローディング (ECI 方式の活用等) の積極的な活用」を謳っているため、生産性向上の取組を優先に、労働安全衛生も適切に取り入れるような行政施策が有効であると考えられる。

これらの取り組みを簡潔にまとめると、図-5.1 のような PDCA サイクルが望ましいと考えている。同図に示すように発注者、設計者、施工者がそれぞれの PDCA サイクルを回しながら、1つの建設プロジェクトにおいては、発注者・設計者・施工者がより大きな PDCA サイクルを回していく。そのためには、これまで述べてきた「DR（デザインレビュー）」、「FL（フロントローディング）会議」、「設計段階から施工者が関与する方式（ECI 方式）」及び「BIM/CIM」が有効なツールになると考える。



図-5.1 建設業における理想的なリスクアセスメント

これらから、発注者、設計者及び施工者が行うことが望ましい取組としては、以下の事項が考えられる。

1. 発注者による取組
  - ・設計図書等に、施工性、経済性、耐久性、維持管理、環境保全、美観等の要件を記載することに加えて、労働安全衛生の要件を追記すること。
  - ・「設計段階から施工者が関与する方式（ECI 方式）」、「BIM/CIM」、「DR（デザインレビュー）」、「FL（フロントローディング）会議」等を積極的に利用すること。
  - ・設計者、施工者等と協力し、基本設計の段階から、実施設計、施工計画、施工、

維持管理、補修、解体等の各段階において想定されるハザード又はリスクを列挙し、リスク登録表等に記載すること。

・設計者、施工者等と協力し、設計段階において、合理的に実施可能な範囲内で、想定される全てのリスクを除去又は低減すること。除去又は低減できないリスクについては、リスク登録表等を利用し後工程に適切に伝達すること。

・建設プロジェクト終了後、各段階におけるリスク登録表等を整理し、将来の建設プロジェクトのチェックリストとすること。なお、建設工種の種類ごとに整理すること。

## 2. 設計者による取組

・設計業務の成果物等に、施工性、経済性、耐久性、維持管理、環境保全、美観等の要件を記載することに加えて、労働安全衛生の要件を追記すること。

・「設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）」、「BIM/CIM」、「DR（デザインレビュー）」、「FL（フロントローディング）会議」等を積極的に利用すること。

・発注者、施工者等と協力し、基本設計の段階から、実施設計、施工計画、施工、維持管理、補修、解体等の各段階において、想定されるハザード又はリスクを列挙し、リスク登録表等に記載すること。

・発注者、施工者等と協力し、設計段階において、合理的に実施可能な範囲内で、想定される全てのリスクを除去又は低減すること。除去又は低減できないリスクについては、リスク登録表等を利用し後工程に適切に伝達すること。

・建設プロジェクト終了後、各段階にお

けるリスク登録表等を整理し、将来の建設プロジェクトのチェックリストとすること。なお、建設工種の種類ごとに整理すること。

## 3. 施工者による取組

・「設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）」、「BIM/CIM」、「DR（デザインレビュー）」、「FL（フロントローディング）会議」等を積極的に利用すること。

・設計段階に関与できる発注方式の場合、発注者、設計者等と協力し、設計業務の成果物等に、施工性、経済性、耐久性、維持管理、環境保全、美観等の要件を記載することに加えて、労働安全衛生の項目を追記すること。

・設計段階に関与できる発注方式の場合、発注者、設計者等と協力し、基本設計の段階から、実施設計、施工計画、施工、維持管理、補修、解体等の各段階において、想定されるハザード又はリスクを列挙し、リスク登録表等に記載すること。

・設計段階に関与できる発注方式の場合、発注者、設計者等と協力し、設計段階において、合理的に実施可能な範囲内で、想定される全てのリスクを除去又は低減すること。除去又は低減できないリスクについては、リスク登録表等を利用し後工程に適切に伝達すること。

・建設プロジェクト終了後、各段階におけるリスク登録表等を整理し、将来の建設プロジェクトのチェックリストとすること。なお、建設工種の種類ごとに整理すること。

## F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 伊藤和也, 豊澤康男: 建設業における設計段階からの安全配慮に関する行政施策と地盤工学の果たす役割, 地盤工学会誌, Vol. 70, No.12, Ser.No. 779, pp.27-30, 2022.
- 2) 三原泰司, 清水尚憲, 吉川直孝: 建設協調安全 実践!死亡事故ゼロ実現の新技术, 第 2 章, 第 5 章, pp.29-38, pp.113-151, 2022.

2. 学会発表

- 1) Naotaka Kikkawa, Nobutaka Hiraoka, Hiroki Takahashi, Katsutoshi Ohdo: Risk points for falls and other risks setting in building information modelling from the design phase, International Conference on SlipsTrips and Falls Sendai 2022 (STF Sendai 2022), S1-3, 2022.
- 2) Naotaka Kikkawa: Issues and future on occupational safety of construction industry in Japan, <https://japan.visionzerosummits.com/ja/japan-2022-jp/timetable-14a/>, Vision Zero Summit Japan 2022, 11-13 May 2022.
- 3) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 高橋弘樹: 設計段階からの安全配慮に関する BIM/CIM の活用例, 安全工学シンポジウム 2022, pp. 298 – 301, 2022.
- 4) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 高橋弘樹, 濱島京子: 機械安全分野のリスク低減措置の基本的な考え方から地盤工学の果たす役割について, 第 57

回地盤工学研究発表会, DS-6-05, 2022.

- 5) 吉川直孝: 建設工事における設計段階からの安全配慮に関する BIM/CIM の活用例, 安衛研ニュース(メールマガジン), No. 164 (2022-09-02), [https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/mail\\_mag/2022/164-column-1.html](https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/mail_mag/2022/164-column-1.html), 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) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 伊藤和也, 豊澤康男: 建設業における設計段階からの安全配慮に関する行政施策と地盤工学の果たす役割, 地盤工学会誌, Vol. 70, No.12, Ser.No. 779, pp.27-30, 2022.
- 2) 三原泰司, 清水尚憲, 吉川直孝: 建設協調安全 実践!死亡事故ゼロ実現の新技术, 第 2 章, 第 5 章, pp.29-38, pp.113-151, 2022.
- 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 1 回), 仮設機材マンスリー, pp. 30-32, 2021.
- 4) 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.

- 5) 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.
- 6) 吉川 直孝, 大幢 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) 吉川 直孝, 大幢 勝利, 豊澤 康男, 平岡 伸隆, 濱島 京子, 清水 尚憲: 機械分野の安全学から見た建設業における安全衛生の課題と今後の方針に関する提案, 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vol. 75, No. 1, pp. 1-11, 2019.
- 8) 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所: 平成 30 年度厚生労働省委託事業 建設工事の設計段階における労働災害防止対策の普及促進事業 報 告 書 , <https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/000521060.pdf>, <https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/000521062.pdf>, <https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/000521071.pdf>, 2019. (2023 年 3 月 31 日閲覧)
- 9) 吉川直孝, 大幢勝利, 平岡伸隆, 高橋弘樹, 日野泰道, 豊澤康男: 諸外国における建築物等の設計段階から考える安全衛生管理手法の調査. 労働安全衛生総合研究所特別研究報告 JNIOSH-SRR-No.49 , pp.11-19, <https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/doc/srr/SRR-No49-1-1.pdf#zoom=100>, 2019. (2023 年 3 月 31 日閲覧)
- 10) 大幢勝利, 吉川直孝, 高橋弘樹, 平岡伸隆, 豊澤康男: 諸外国における建設業の労働安全衛生の現状調査, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告 JNIOSH-SRR-No.49 , pp.21-26, <https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/doc/srr/SRR-No49-1-2.pdf#zoom=100>, 2019. (2023 年 3 月 31 日閲覧)
- 11) 豊澤 康男, 大幢 勝利, 吉川 直孝: 日英比較に基づく建設工事の労働安全衛生マネジメント等の検討, 土木学会論文集 F6 (安全問題) 特集号 (招待論文), Vol. 71, No. 2, pp. I\_1-I\_12, 2015.
- 12) 建設業労働災害防止協会: 建設業安全衛生年鑑, 平成 16 年版~平成 29 年版, 建設業労働災害防止協会, 2004~2017.
- 13) 厚生労働省: 職場のあんぜんサイト, 労働 災 害 統 計 , <https://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/tok/anst00.html>. (2023 年 3 月 31 日閲覧)
- 14) 独立行政法人労働政策研究・研修機構、産業別就業者数、<https://www.jil.go.jp/kokunai/statistics/timeseries/html/g0204.html>. (2023 年 3 月 31 日閲覧)
- 15) 総務省統計局: 日本標準産業分類別就業者数 , [http://www.stat.go.jp/data/roudou/longtime/03roudou.html#hyo\\_5](http://www.stat.go.jp/data/roudou/longtime/03roudou.html#hyo_5). (2023 年 3 月 31 日閲覧)
- 16) 厚生労働省: 山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドラインの解説 (平成 30 年 1 月改正)

- 版) , <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkyokuanzeneiseibu/0000191562.pptx>. (2023年3月31日閲覧)
- 17) Health and Safety Executive: Health and safety statistics, <https://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>. (2023年3月31日閲覧)
- 18) International Labour Organization (ILO): Safety and health at work, Fatal occupational injuries per 100,000 workers by economic activity, <https://ilostat.ilo.org/topics/safety-and-health-at-work/>. (2023年3月31日閲覧)
- 19) 平岡伸隆、吉川直孝、大幢勝利、豊澤康男：海外から見た日本の建設工事安全の課題、第54回地盤工学研究発表会、0004、A-01、pp.7-8、2019.
- 20) 中川良隆：日英国の建設労働安全マネジメントの比較研究、建設マネジメント研究論文集、Vol. 14, pp. 73-85, 2007.
- 21) JIS Z 8051 : 2015 (ISO/IEC Guide 51 : 2014) 安全側面-規格への導入指針, <https://kikakurui.com/z8/Z8051-2015-01.html>. (2023年3月31日閲覧)
- 22) 向殿政雄, 北野大, 菊池雅史, 小松原明哲, 山本俊哉, 松原健司: 安全学入門 安全の確立から安心へ, 研成社, 2009.
- 23) 向殿政男: 入門テキスト安全学, 東洋経済新報社, 228p., 2016.
- 24) Health and Safety Executive: ALARP "at a glance", <https://www.hse.gov.uk/enforce/expert/alarpglance.htm>. (2023年3月31日閲覧)
- 25) 厚生労働省：職場のあんぜんサイト, [https://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/10405-1\\_01.pdf](https://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/10405-1_01.pdf). (2023年3月31日閲覧)
- 26) The National Institute for Occupational Safety and Health、<https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html>、Centers for Disease Control and Prevention (2023年3月31日閲覧)
- 27) 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.
- 28) 国土交通省大臣官房技術調査課：公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン、<https://www.mlit.go.jp/tec/nyuusatsukuiyakugaido.html> (2022年10月14日閲覧)
- 29) 建設業労働災害防止協会：建設業のリスクアセスメント「危険性又は有害性等の調査等に関する指針」に基づくリスクアセスメント建設業版マニュアルの解説、建設業労働災害防止協会、130p.、2010.
- 30) 建設業労働災害防止協会企画開発課：建設業におけるリスクアセスメントの手引き（建築編）—リスクアセスメント特定標準モデル（建築編）CD-ROM 付キー、建設業労働災害防止協会企画開発課、132p.、2007.
- 31) 国土交通省:土木設計業務等共通仕様書 ( 案 ),

- <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001477650.pdf>. (2023年3月31日閲覧)
- 32) BIMsafe: <https://bimsafe.co.uk/>. (2023年3月31日閲覧)
- 33) WSH Council: Workplace Safety and Health Guidelines Design for Safety, [https://designforconstructionsafety.files.wordpress.com/2018/05/wsh\\_guidelines\\_design\\_for\\_safety1.pdf](https://designforconstructionsafety.files.wordpress.com/2018/05/wsh_guidelines_design_for_safety1.pdf), 2016. (2023年3月31日閲覧)
- 34) BIM4INFRA2020: <https://bim4infra.de/handreichungen/>. (2023年3月31日閲覧)
- 35) 一般社団法人日本建設業連合会：フロントローディングの手引き 2019：[https://www.nikkenren.com/publication/pdf.php?id=310&fi=682&pdf=front\\_loading\\_tebiki\\_2019.pdf](https://www.nikkenren.com/publication/pdf.php?id=310&fi=682&pdf=front_loading_tebiki_2019.pdf), 2019. (2023年3月31日閲覧)
- 36) Gambatese, J.: “PtD Research: Why Implement Prevention through Design?,” Prevention through Design Workshop March 11 of 2020, Tempe, AZ, <https://ptd.engineering.asu.edu/wp-content/uploads/2020/04/Gambatese-PtD-2020-Keynote-Presentation.pdf>, 2020. (2023年3月31日閲覧)
- 37) Szymburski, R.T.: Construction Project Safety Planning, TAPPI Journal, 80(11), pp.69-74, 1997.
- 38) 一般社団法人日本建設業連合会：フロントローディングの手引き 2019（2019年7月）、[https://www.nikkenren.com/publication/pdf.php?id=310&fi=682&pdf=front\\_loading\\_tebiki\\_2019.pdf](https://www.nikkenren.com/publication/pdf.php?id=310&fi=682&pdf=front_loading_tebiki_2019.pdf). (2023年3月31日閲覧)
- 39) 国土交通省：建設工事における適正な工期設定等のためのガイドライン, [https://www.mlit.go.jp/totikensangyo/const/totikensangyo\\_const\\_tk1\\_000156.html](https://www.mlit.go.jp/totikensangyo/const/totikensangyo_const_tk1_000156.html). (2023年3月31日閲覧)
- 40) Council Directive 92/57/EEC of 24 June 1992 on the implementation of minimum safety and health requirements at temporary or mobile construction sites (eighth individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC), <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/15>. (2023年3月31日閲覧)
- 41) 吉川直孝：建設工事における設計段階からの安全配慮に関する BIM/CIM の活用例, 安衛研ニュース(メールマガジン), No. 164 (2022-09-02), [https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/mail\\_mag/2022/164-column-1.html](https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/mail_mag/2022/164-column-1.html), 2022.
- 42) Autodesk Revit トレーニング教材, <https://bim-design.com/infra/training/revit.htm>. (2023年3月31日閲覧)
- 43) 大塚商会：Autodesk Revit コース教材, Revit 建築基本操作, Revit 建築意匠設計, Revit 建築構造設計, <https://www.otsuka-shokai.co.jp/products/education/cad/autodeskrevitarchitecture/course/>. (2023年3月31日閲覧)
- 44) The British Standards Institution : PAS 1192-6:2018 Specification for

collaborative sharing and use of  
structured Health and Safety  
information using BIM 、  
[https://bimsafe.co.uk/wp-  
content/uploads/2020/06/PAS-1192-6-  
2018-Specification-for-collaborative-  
sharing-and-use-of-structured-Health-  
and-Safety-information-using-  
BIM.pdf](https://bimsafe.co.uk/wp-content/uploads/2020/06/PAS-1192-6-2018-Specification-for-collaborative-sharing-and-use-of-structured-Health-and-Safety-information-using-BIM.pdf). (2023 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

急傾斜地崩壊防止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

分担研究者 伊藤和也 東京都市大学 建築都市デザイン学部都市工学科・教授  
吉川直孝 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  
建設安全研究グループ 上席研究員  
平岡伸隆 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  
建設安全研究グループ 主任研究員

研究協力者 豊澤康男 （一社）仮設工業会・会長  
（東京都市大学 総合研究所地盤環境工学センター・客員教授）  
柴田達哉 東京都市大学 総合理工学研究科建築・都市専攻 博士後期課程  
（柴田地盤問題研究所・所長）

研究要旨

厚生労働省では平成 27 年 6 月 29 日付け基安安発 0629 第 1 号「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」を発出し、3 つの点検表（「設計・施工段階別点検表」、「日常点検表」、「変状時点検表」）と 1 つの対応シート（「異常時対応シート」）を用いて、施工以前の段階を含む、事業の上流から点検し、現場の危険性を抽出すること及び関係者間での情報共有の重要性を示している。本分担研究報告書では、斜面崩壊による労働災害防止対策の現状として、近年の大きな労働災害事例を取り上げ、昨今の国内外の建設工事での安全衛生対策の情勢について斜面ガイドラインの考え方も含めて概説する。その後、斜面ガイドラインを適用して各種点検を行い、加えて高精度傾斜計を用いて施工中の動態観測を実施した現場の事例を紹介し、斜面ガイドラインの点検が持つ意味と必要情報の関係等について考察を行った。

## A. 研究目的

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

本分担研究では、急傾斜地崩壊防止事業の擁壁設置工事に斜面ガイドラインを適用して各種点検を行い、加えて高精度傾斜計を用いて施工中の動態観測を実施した現場の事例を紹介し、斜面ガイドラインの点検が持つ意味と必要情報の関係等について考察を行った。さらに、機械安全の分野で使用されているスリーステップメソッドを適用して、斜面ガイドラインとの関係について考察した。

## B. 研究方法

本分担研究では、以下の2点に着目して研究を実施した。

### 【1】急傾斜地崩壊防止事業の擁壁設置工事現場への斜面ガイドラインの適用と動態観測

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

### 【2】スリーステップメソッドの適用と斜面ガイドラインの関係

機械安全の分野で使用されているスリーステップメソッドを【1】の現場に適用して、斜面ガイドラインの点検とスリーステップメソッドの関係について考察した。

以下に、それらの結果を示す。

## C. 研究結果

B. 研究方法 に示した2点についてそれぞれ研究結果を記載する。

### 【1】急傾斜地崩壊防止事業の擁壁設置工事現場への斜面ガイドラインの適用と動態観測

#### (1) 工事概要と地形・地質概要（調査・設計段階の踏査点検）

適用事例である現場は、静岡県静岡市葵区西部を流れる丸子川沿いの平野部と急峻な山地が隣接する地域で、山麓に密集した集落が発達しており、急傾斜地崩壊防止区域に指定されている。細長く広がる氾濫平野と南アルプスに繋がる南～西側に面した山地が接する集落(58戸)で、斜面勾配 40

度内外の急峻な斜面尻に人家や幅員の狭い道路が配置している。平成 24 年に急傾斜地崩壊危険区域として指定されている区域で、すでに一部の区間では擁壁工や法面工等の崩壊防止工事を実施しており、今回の対象区間ももたれ式擁壁工が計画されている。急傾斜地崩壊防止工は、斜面を直接崩壊防止する工法（斜面改変）と斜面際に擁壁を設置し、崩壊予測量を想定したのち、その捕捉できる容積とする必要壁高を有する擁壁などの設置をする待受け的工法がある。この現場に限らず、全国的に進められている急傾斜地崩壊防止事業では、この待受け擁壁を保全家屋の裏に設置することが多い。したがって、設置の際に切土を伴うことから掘削中の斜面崩壊による労働災害の発生リスクは高い。

当地は、図 1 の地質図<sup>3)</sup>に示すように「古第三紀四万十層群瀬戸川層群」にあたる砂岩泥岩互層岩盤を基盤としており、その表層部には上部からの供給土砂である崩積土層が覆い、斜面末端には崖錐堆積物が緩い勾配で堆積している。既存ボーリングの結果では風化岩盤層は存在するが全体に薄層である。

「斜面ガイドライン」の「設計・施工段階別点検表」を作成するにあたり、施工箇所周辺の地形地質踏査を行い、工事にあたってのリスクを抽出した。周辺での踏査により目視できる情報は、工事箇所にも存在する可能性が高く、労働災害発生リスクを見積もっていることと同じである。また、施工する斜面での過度の土圧作用や大きな崩壊による構造物の変状や斜面安定に関わる地下水の存在やそれを示唆する植物の情報も得ることができる。特別な調査費が掛

からず、構造物設計の上でも有益で、多くの情報を得ることができる。従来の一般的な地形地質踏査は、「設計・施工別段階点検表」を作成する前提となり、調査・設計者が行わなければならない作業として必須である。

写真 1～7 に地形地質・変状等の状態を示し、写真 8 に近傍にて同じ工法で施工された擁壁を示す。図 2 に代表断面図を示す。以下にこれらの状況を簡単にまとめる。一般に崩積土層はルーズであるため、豪雨時に表層崩壊し易いのであるが、当地でも簡易貫入試験によって得られる  $N_a$  値は 20 を下回る表層が 2～6m 堆積しており、各所に崩壊跡地が散在している。地質構造では、日本を東西に二分する糸魚川—静岡構造線に隣接している箇所であるため、岩盤の内に派生した小断層が散見される。基盤である古第三紀瀬戸川層群「逆川層」は、頁岩砂岩の互層帯であるが、露出する岩盤の観察では頁岩層が優勢である。

また、今回施工するもたれ式擁壁設置のための斜面掘削を行う斜面は、写真 2 に示すように斜面末端に緩やかな茶畑が存在し、その上部には急峻な一様斜面が続く。末端部は崩落土砂が厚く 25°程度の安息角で堆積したと推定される。

## (2) 動態観測の体制と結果

図 3～5 に動態観測の計器設置箇所を示す。計測機器は、掘削により不安定化し易い残斜面の 2 測線上に IT 傾斜計をそれぞれ 1 基（計 2 基）設置した。計測に用いた傾斜計は、IT 傾斜計（曙ブレーキ(株)製）である。

なお、いずれの IT 傾斜計も Y 方向を斜

面方向とし、その直角方向をX方向とした。

IT 傾斜計①は掘削高さが最も高い測線、IT 傾斜計②は切土高さが低い測線（末端石積みにクラック）に配置した。

IT 傾斜計は、降雨による斜面の不安定化を示す微少な挙動過程を捉えることができた。掘削面では岩盤が予想より浅い位置に出現したため（写真 9）、1:0.6での掘削に対しては労働衛生安全規則第 356 条から「岩盤-5m以上の掘削は 75°（≒1:0.3）以下の掘削勾配」が適用できる地山であった。観測では表層の初期掘削による変位は観測したが、それ以後の自立中での不安定挙動を示唆するような変位はなかった。

観測結果の総括図として図 6 に変位動態の時系列をグラフ化した時間～傾斜計変化・降雨量関係を示す。また、併記した降雨量は、静岡気象台「静岡」測候所のデータを用いている。図 6 は、取得データの絶対値がセンサー分解能 1/1000°（3.6 秒）より小さいため、ノイズ影響を受けたバラツキがあるようにみられた。そのため、移動平均によりその変化をなめらかにして時系列な変化がみられるようにした。図 6 でわかるように「時間—傾斜計—降雨量関係図」で、以下の事項の特徴があった。

- ①表層掘削直後には地盤傾斜があったが、その後の掘削の進行による変位は無かった。図に示すように掘削開始直後は、降雨の影響と考えられる変動も繰り返しあった（図 6 参照）。
- ②降雨量に比例して顕著な相関がある傾斜挙動がみられた（詳細は後述するが図 7 参照）。
- ③傾斜計①は切土が高い箇所、傾斜計②は低い箇所として設置したが、切土高さが

高い傾斜計①のほうが掘削+降雨による傾斜変位が大きい。

- ④切土面直角方向には、傾斜計①、②共に変動しているが、絶対量(約 70 秒)は大きくはない。

初期の表層掘削直後の変位は観測されているが、少量ではあるが降雨による地山変動の挙動も含まれた値として捉えられた。そのため、一般的にいわれるように観測値は、急勾配に掘削することと降雨が地山の応答であったと解釈される。斜面は降雨により不飽和土のサクシヨンの低下・喪失と地下水上昇による間隙水圧の上昇による土質せん断強度の低下によって崩壊したり不安定化したりするが、本現場でも崩壊には至らなかったが、そのような実態を観測することができた。

②に関連して、図 7 に降雨量と傾斜計変位角の関係を示す。降雨量が大きいと傾斜計変位角が大きくなる傾向が見られている。加えて、掘削直後に降雨が発生した際には、傾斜変位角には傾斜勾配が大きくなっており、掘削直後の降雨には注意が必要であることが分かる。

### (3) 斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドラインの適用

調査者、設計者及び施工者の立場になり、調査・設計段階の点検踏査に遡り、掘削完了まで斜面ガイドラインの適用した。表 1 に設計・施工段階別点検表、表 2~4 に日常点検表をそれぞれ示す。なお、この点検表の適用・使用単位は工事区間が約 30m であったので全区間の 1 枚とした。以下にそれぞれの点検表について記載した記録を以下に示す。

(a) 設計・施工段階の点検：着手前伐採後（調査・設計時に遡って）：

設計の段階でのチェックとして地形・地質等の必要事項について現場状況を踏査した。写真 1～6 に示すように当該斜面には不安定性を示す現象等は「表層が崩積土・崖錐」，「崩壊地が隣接している」，近隣に粘土化層と湧水が観察された。ボーリング調査結果なども 2m 程度の崩積土以深は風化頁岩砂岩互層となっていたことから，地山掘削による不安定性も想定される強風化岩も含めた残斜面の「表層崩壊」が地質リスクとした。

ここで，以後の段階別点検や日常点検における留意点を以下のようにまとめた。

- ①降雨後の地山点検は念入りを行う
- ②近隣に粘土化層や湧水があるので，掘削によりそれらが発見されたときは，区間再割り付けと「異常時点検表」に移行し，その状況を記載すると共に発注者への報告を行う。また，小崩壊などの具体的な地形改変現象があったときには，「異常時対応シート」を用いて，関係者への協議を要請する。

(b) 設計・施工段階の点検：施工計画時：

施工計画時については，調査・設計時の段階と同時として割愛した。

(c) 設計・施工段階の点検：丁張り時：

立木の伐採や下草刈りなどにより微地形が明確になり，調査・設計時より多くの情報や危険素因の検出が向上するが，当掘削範囲では著しく繁茂していなかったため草木存在が原因である「未確認」項目はない。

(d) 設計・施工段階の点検掘削作業前：

丁張り後にすぐに掘削作業に着手したため点検表の内容には多くの変化はない。

(e) 設計・施工段階の点検掘削作業後：

掘削を行うことで，写真 10～12 のように地山内部の地質が明らかになり，「亀裂の多い岩盤」が新たに認識され，「有」に○が記入された。

(f) 日常点検：

日常点検表を表 2～4 に示す。掘削作業開始日より全体の「日常点検表」にて管理した。日常点検では，工事完了まで不安定化の予兆などを示す現象は見られなかったが，掘削によりはじめて露見された地質の構造（割れ目が流れ盤）については，その場の判定により，「特記すべき現象項目」として注意事項に加えた。

(g) 擁壁工の完了

日常点検で異常がなかったことより，「変状時点検表」並びに「異常時対応シート」を用いることはなかった。

#### (4) 【1】のまとめ

掘削前の段階点検表では，あまり地質リスクを抽出できなかったが，掘削によって地山内部の地質が目視できるようになり，切土部の地質等，構造，地下水がないことが明らかになった。掘削前の段階点検表には確認できなかったことが多々あり，日常点検で注意すべき点が多くなる結果となった。また，日常の作業において，強風の際の土質のマトリックスである砂や小礫の落下やバックホウによる地山の緩みの発生・

助長にも注意を払う必要があり、これらも「気づき」や「記載して伝達しておくべきこと」として挙げられる。これらの現象が現場にて進展した場合には崩壊に至る場合もあることから、施工中に生じているリスクとして抽出される事項であり、現場においての日常点検は重要であるといえる。なお、掘削しながらの安全管理は、本質的に地山掘削責任者と重機オペレータの観察や経験値に依存した管理が行われていたため、点検者は掘削作業中の観察事項を重機オペレータとコミュニケーションを取る情報共有も必要である。

## 【2】スリーステップメソッドの適用と斜面ガイドラインの関係

### (1) スリーステップメソッドの建設工事への適用

2017年福岡地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没事故について、スリーステップメソッドで分析した事例がある<sup>4)</sup>。これによると陥没事故は「難透水性風化岩の位置及び層厚が想定と異なっていた」ことが原因とされたが、それをリスクと捉えれば、ステップ1の「基本的安全設計」でリスク低減対策である路線計画変更（滞水風化層を避けた設計：空間分離）または地下水位を下げる（危険源弱体化）対策の実施を行っていれば、避けることが出来たとされている。また、少なくとも次のリスク回避（道路陥没、埋設管破損、周辺建物基礎支持力低下）も可能であったと論じている。

したがって、何がリスクとなるかを見極めることが労働災害を含めた事故を防ぐた

めのリスクアセスメントとして必須であることを示唆している。

機械製造業では、発注者が機械使用者で労働災害の被害者となるが、建設業は、設計者が発注者に委託されて設計し、施工者側が労働災害の被害者となる。日本の公共工事の契約方法では、施工者は請負契約を行い、工事内での安全対策もその責任にある。しかし、設計での安全対策の不備により施工者が被災している現実には、対策を責任の所在を明確にしておく必要がある。

### (2) スリーステップメソッドの斜面掘削工事への適用

急傾斜地崩壊防止工事現場にスリーステップメソッドを取り入れた事例から「斜面ガイドライン」との関係について考察を行った。図8～9にスリーステップメソッドの適用結果を示す。スリーステップメソッドでは、対策の実施者も明記するようになっており、対策工の実施者も整理してある（図9）。

施工現場の詳細な情報は【1】に記載されているが、残斜面には、過去の崩壊地が存在することより擁壁背後の仮掘削により背後斜面の安定性に影響し、崩壊した場合に擁壁設置工を行っている作業員の労働災害の発生が考えられる（図10～11）。この「擁壁工設置工事」における安全面でのリスクを抽出し、分析を行う。

赤目ヶ谷急傾斜地崩壊防止工事での擁壁設置工で適用した「斜面ガイドライン」では設計段階での「緩い崩積土層」を掘削することを「崩壊リスク」として抽出している。また、そのリスクが大きいものと見積り評価した結果、危険状態を短縮できる

「残存型枠工」を使って、設計ではリスク回避したことになる。この詳細については、別報（分担研究報告書）にて示す。また、施工中も「斜面ガイドライン」での点検や動態観測によって「地震・降雨」による災害リスクを回避できた。

このように「斜面ガイドライン」の点検表を用いることは斜面掘削工事に特化したリスク管理手法のひとつである側面が理解できる。

### (3) スリーステップメソッドの斜面ガイドラインへの活用

#### (a) 共通点

斜面ガイドラインでも斜面崩壊という予測することが難しいものをリスクとして扱い、工事の初期段階に段階別点検表でリスク抽出を行っている。

機械分野ではステップ 3（図 9）であるが、「使用上の情報の提供」と同じ意味で「斜面ガイドライン」では関係者（発注者・調査/設計者・施工者）の情報共有を示している。

#### (b) 相違点

現在の建設分野では、設計段階で ISO 規格などの客観的手法でリスクマネジメントを行っていない。また、設計事項として仮設掘削の安定性評価はされていない。また、機械分野でははじめからリスクアセスメントを行うが、「斜面ガイドライン」では、段階別点検表であらかじめリスク項目が用意されて、点検者は容易である。このことは「斜面ガイドライン」は優れている点と考えられる。

#### (c) 「斜面ガイドライン」への引用点

設備や製作機械は、ある特定された使用

目的があり、一品生産に等しいものがある。また、建設分野においても製品のプレキャスト化は進んでいるが、製作される構造部は同じく一品生産であり、現場に即した設計が行われ、同等な設計ステップでもありと考えられるので、取り入れることが多い。

具体的には、今後の公共土木設計に望むことではあるが、「基本的安全設計」において「危険源との隔離」を第一スタート設計思想としている点にある。また、「斜面ガイドライン」に改善提案することとしては、機械分野での「リスクの見積もり」を「調査・設計段階」で作成し、次段階に受け継ぎ、工事での異常発生での措置の判断基準とすることなどが挙げられる。

## D. 考察

ここでは、【1】について、設計・施工段階別点検表の改善すべき点について抽出して記載する。

### (1) 調査・設計者の点検

工事着手前に本来は、施工者に伝達されていなければならない点検表であるが、「調査者・設計者」にその認識はない。普及していない現実の多くは、アンケートでも意見があったように「斜面ガイドライン」の第一走者である「調査・設計者」が実施していない点にある。土木設計においても潜在的な危険性または、有害性を見つけ出すリスクアセスメントの必要性は同じであるが、短期的な仮設掘削工事などでは安全衛生規則に従えば、あえて個別のリスクアセスメントを行っていないのが現状である。

掘削工事による変位や崩壊する地山の特性は、地形・地質状態に大きく依存する。地山から工事によるリスクを抽出するには

地形・地質に係る崩壊の知見や経験が必要であるが、構造部門等の設計者は土質の性質や崩壊機構に関しての知見はあまりなく、地質調査専門業者がこれらのリスクを抽出することには長けているのが現実である。したがって、地質調査を発注している業務においては、この「（調査・設計時）段階点検表」は、地質調査担当者が、仮設・本設構造物に関わらず、点検表を作成することを前提に地表踏査（または、総合解析とりまとめ業務における設計・施工上の留意点に記載）を行い、次に設計者が記載する段階では、それを参考とすることが必要である。調査業務発注時には、「どこに」、「どのくらい」の斜面掘削を行うか」の条件がない場合が多いので、正確にこれを記載することは出来ないため、地質調査担当者だけでは補完されない。また、地質調査を行わない場合は、安全衛生規則第 355 条（作業箇所の調査）に抵触しないように発注者は、設計者と協力してこの点検表をまとめる必要がある。また、発注組織または監督員は、後続者へ安全リスクを移転するのではなく、自らのこととして調査・設計時の契約時に「共通仕様書」または、「特記仕様書」に「斜面ガイドラインの適用」を明記しておくことに実効性がある。

なお、地質踏査時では、掘削斜面上部に崩壊地跡があるか、集水地形か、遷急線があるか及び平面図で等高線が乱れているかの着目項目を追加することが望ましい。

## （2）施工者（施工計画・丁張り・掘削前・掘削後）の点検

施工計画書作成時には、前段階の「調

査・設計」からのリスク抽出を現場にて理解し、施工者としての目で施工手順も踏まえ点検する必要がある。調査・設計点検が古いものであれば、施工計画書では必須である。また、斜面掘削工事での「斜面ガイドライン」適用工事の記載は、発注者とのコミュニケーション力・安全管理が高度であると評価され、予期せぬ崩壊としての工種の追加変更契約が正当に行われると考えられる。

「丁張り時」は草根・樹木が取り払われ、微地形の連続性が目視できる。クラックや段差または、地すべり地形があること等、新たな発見や解釈が出来る。施工前の段階で最も情報が得られる施工ステージで、場合によっては、工法の変更を余儀なくされることもあり、掘削前の施工者のリスクアセスメントとして非常に重要と思われる。

「施工計画書」作成時より不具合の予測精度は高く、重要な段階である。

掘削作業を開始すると共に地山内部の「地質情報（土質・構造・不連続面・湧水など）」が次第に分かってくる。斜面の安定性は、地質性状に大きく関わるので、この時点が地山の安定性を評価出来る最大の情報量が得られる機会である。検討されるリスク発現確率が高まった場合には、早期にリスク低減する方法と実施時期を情報共有する必要がある。

工事規模や契約時期にもよるが、工事期間が短く、丁張り時と掘削作業開始時が短いときは、「作業前時」を省略しても良いと思われる。

## E. 結論

本分担研究では、以下の 2 点に着目して

研究を実施した。

### 【1】急傾斜地崩壊防止事業の擁壁設置工事現場への斜面ガイドラインの適用と動態観測

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

### 【2】スリーステップメソッドの適用と斜面ガイドラインの関係

機械安全の分野で使用されているスリーステップメソッドを【1】の現場に適用して、斜面ガイドラインの点検とスリーステップメソッドの関係について考察した。

機械分野での設計では、リスクアセスメントを背景にスリーステップメソッドにより行われる。斜面掘削工事にこれを適用した場合、ステップ1「危険源と隔離または距離の確保」は、安衛法に準拠することと同等と考える。ステップ2の「安全保護」は具体的な措置を行うことであり、その必要性の有無は「斜面ガイドライン」の適用に大きく関係する。また、ステップ3の「使用上の情報の公開」は、斜面に近づくことの制限や動態観測による現在の状況の情報公開周知と共有である。

「斜面ガイドライン」での「調査・設計段階の点検」が、ステップ1での方策になり、ステップ2の設計内容に影響を与える。さらに、ステップ3では施工上の留意点として、観測の必要性などが提示される。機械分野での安全設計の考え方は、リスクアセスメントから始まり、危険源との離隔からスタート地点であるため、斜面掘削工事

での安全設計に有益なものである。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) 伊藤和也，柴田達哉，吉川直孝，平岡伸隆，豊澤康男：各論 斜面崩壊による労働災害防止対策としての地盤リスクマネジメント—関係者間での地質・地盤リスクの情報共有ツールとしての点検表—，基礎工，2023，2月
- 2) 柴田達哉，伊藤和也，吉川直孝，平岡伸隆：急傾斜対策工事現場での労働安全マネジメントとしての斜面ガイドラインの適用と機械分野の安全マネジメントの比較，土木学会安全問題討論会2023，投稿予定。

### 2. 学会発表

- 1)

## G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得  
該当なし
2. 実用新案登録  
該当なし
3. その他  
該当なし

## H. 引用文献

- 1) (独)労働安全衛生総合研究所：斜面崩壊による労働災害の防止対策に関する調査研究会報告書，2010.
- 2) 厚生労働省発行：「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン」2015
- 3) 杉山雄一，水野清秀，狩野謙一，村松武，松田時彦，石塚治，及川輝樹，

高田亮，荒井晃作，岡村行信，実松健造，高橋正明，尾山洋一，駒澤正夫：  
「静岡及び御前崎」地質図 1/20 万，  
地質調査総合センター，第 2 版，  
2010

- 4) 吉川直孝，大幢勝利，豊澤康男，平岡伸隆，濱島 京子，清水尚憲：機械分野の安全学から見た建設業における安全衛生の課題と今後の方針に関する提案，土木学会論文集 F6（安全問題），Vol. 75，No. 1，pp. 1-11，2019.  
<https://doi.org/10.2208/jscejsp.75.1>

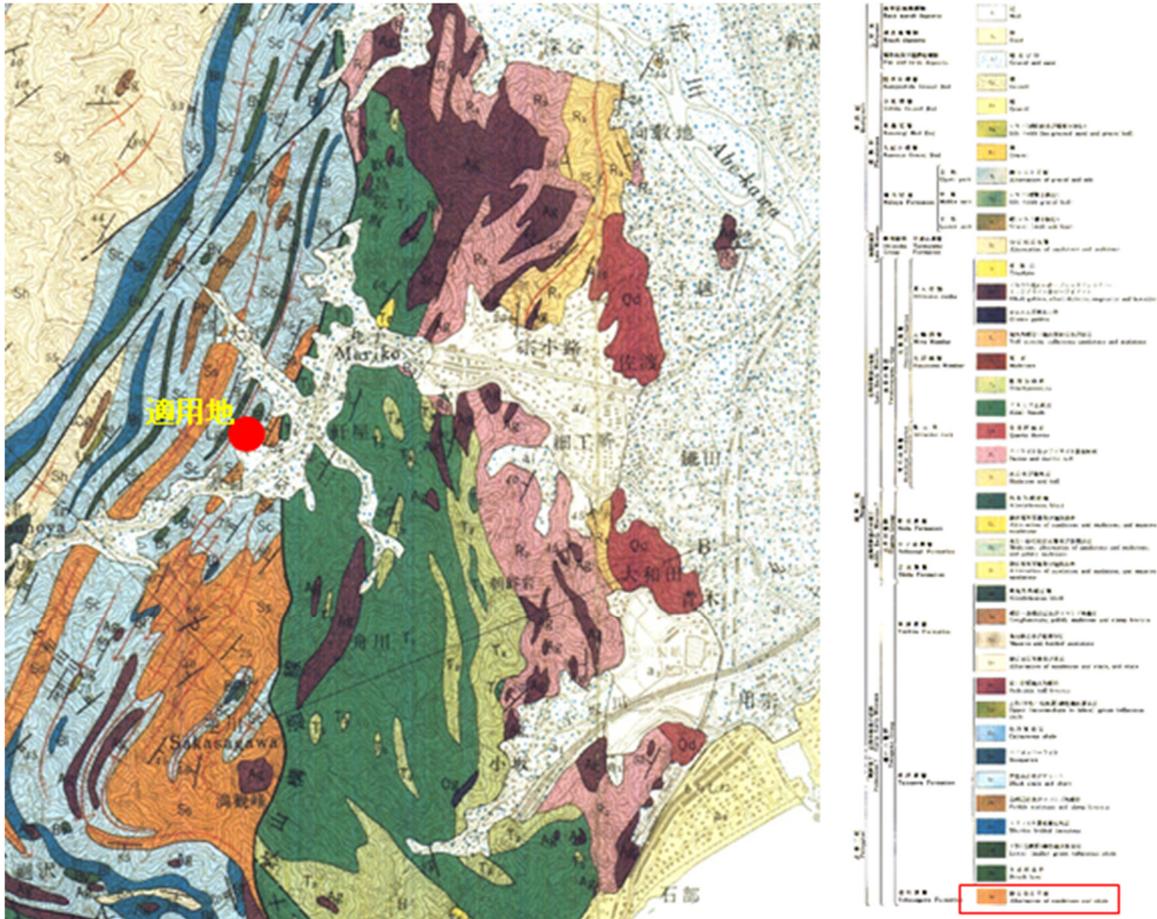


図1 適用地周辺の地質図<sup>3)</sup>

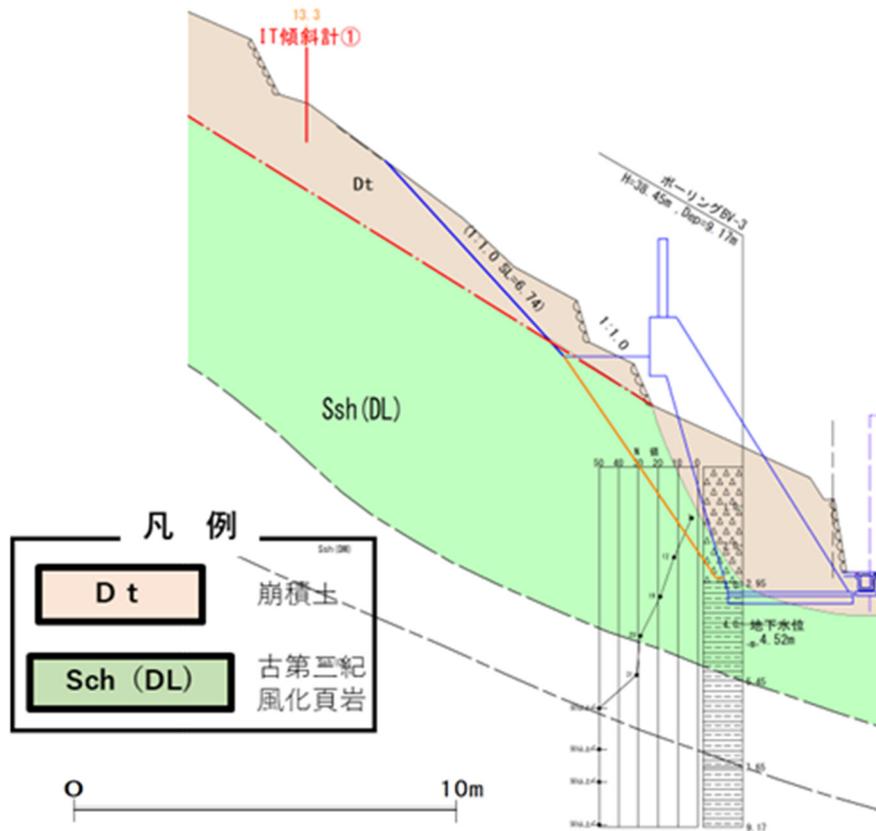


図2 代表断面図



写真1 基岩盤の露頭  
(風化して褐色化した頁岩, 割れ目の多い岩で割れ目の方向性はない)

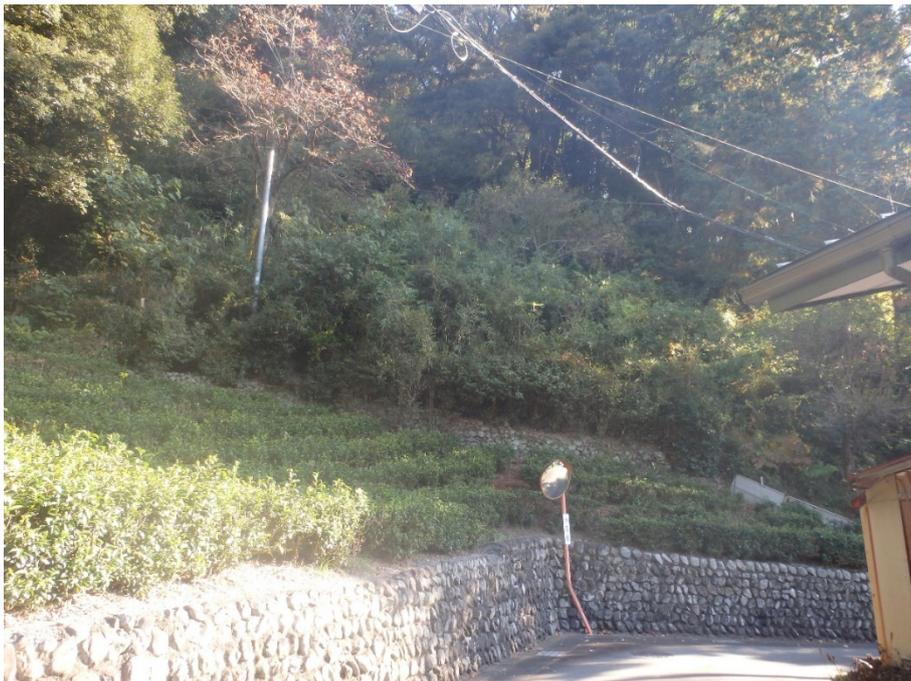


写真2 掘削斜面 (末端は緩斜面で崩積土で緩い)



写真3 掘削予定の残斜面  
(段差地形：旧茶畑で造成の可能性あり石尾積みが少し孕んでいる)



写真4 切土の最も高い測点の末端石積みには孕み出し等の変状はない



写真5 切土の低い測点の末端石積みには水平亀裂がある



写真6 工事中の隣接部（高さ10mの張りコンクリート；一般型枠）



写真7 工事中背面地山の露頭（粘土化した頁岩で湧水を伴う）



写真8 施工済み箇所（残存型枠）

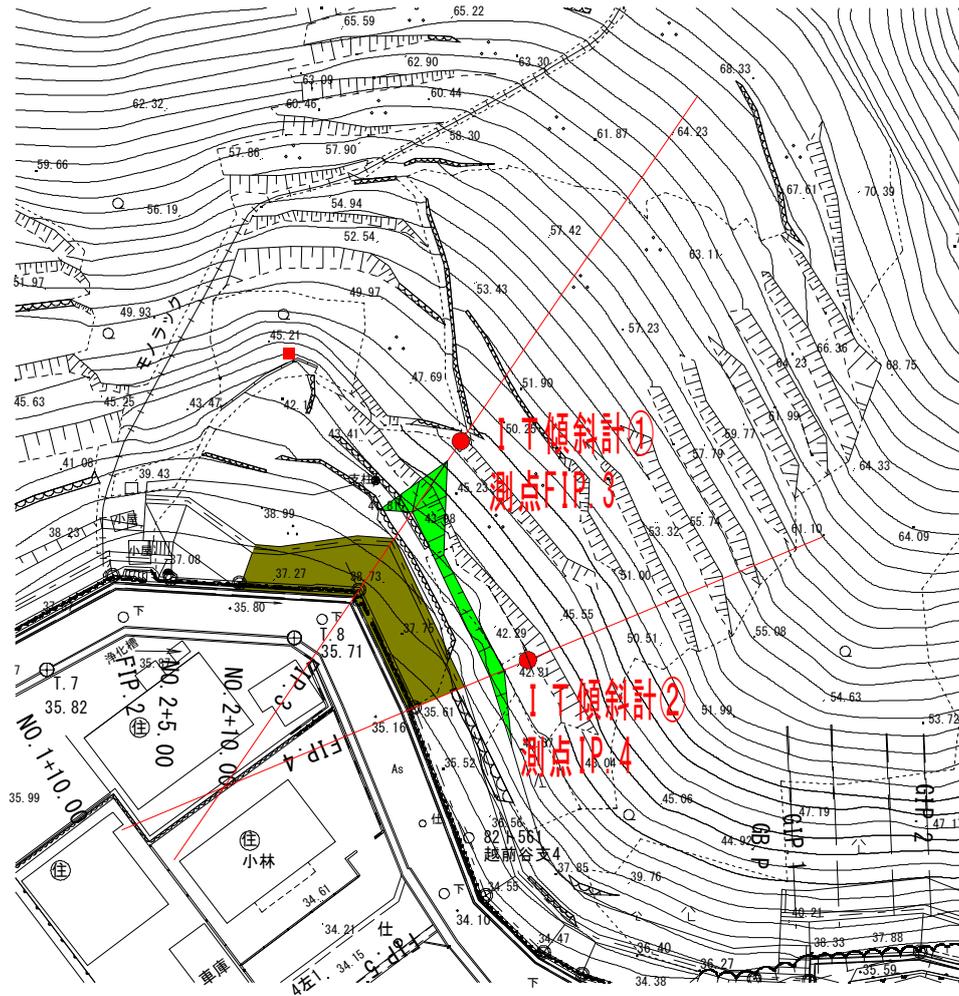


図3 観測計器配置図

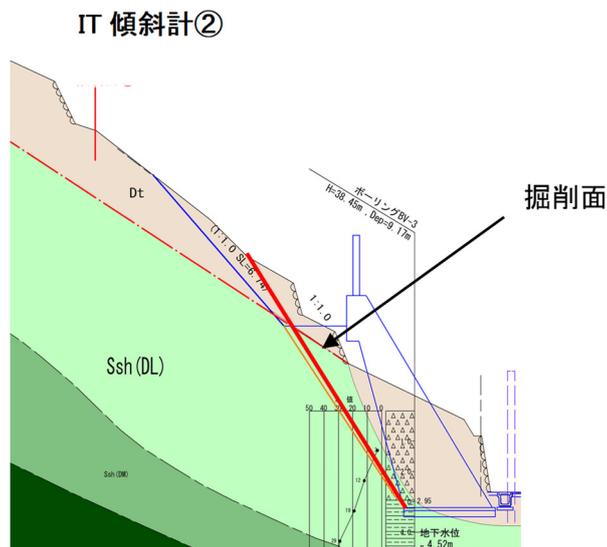


図4 IT 傾斜計①設置断面図

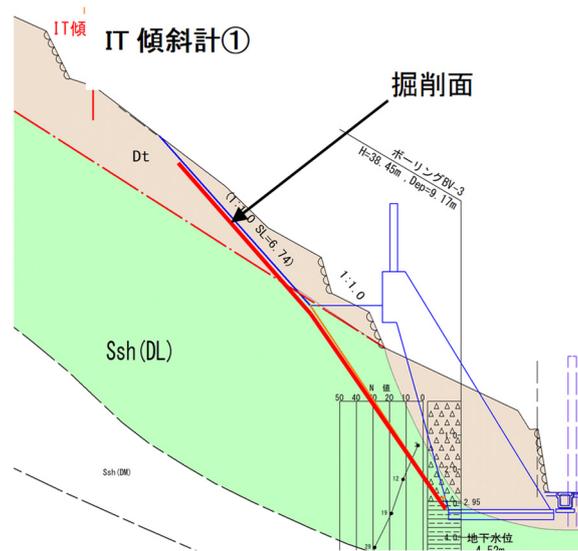


図5 IT傾斜計②設置断面図



写真9 掘削面土質

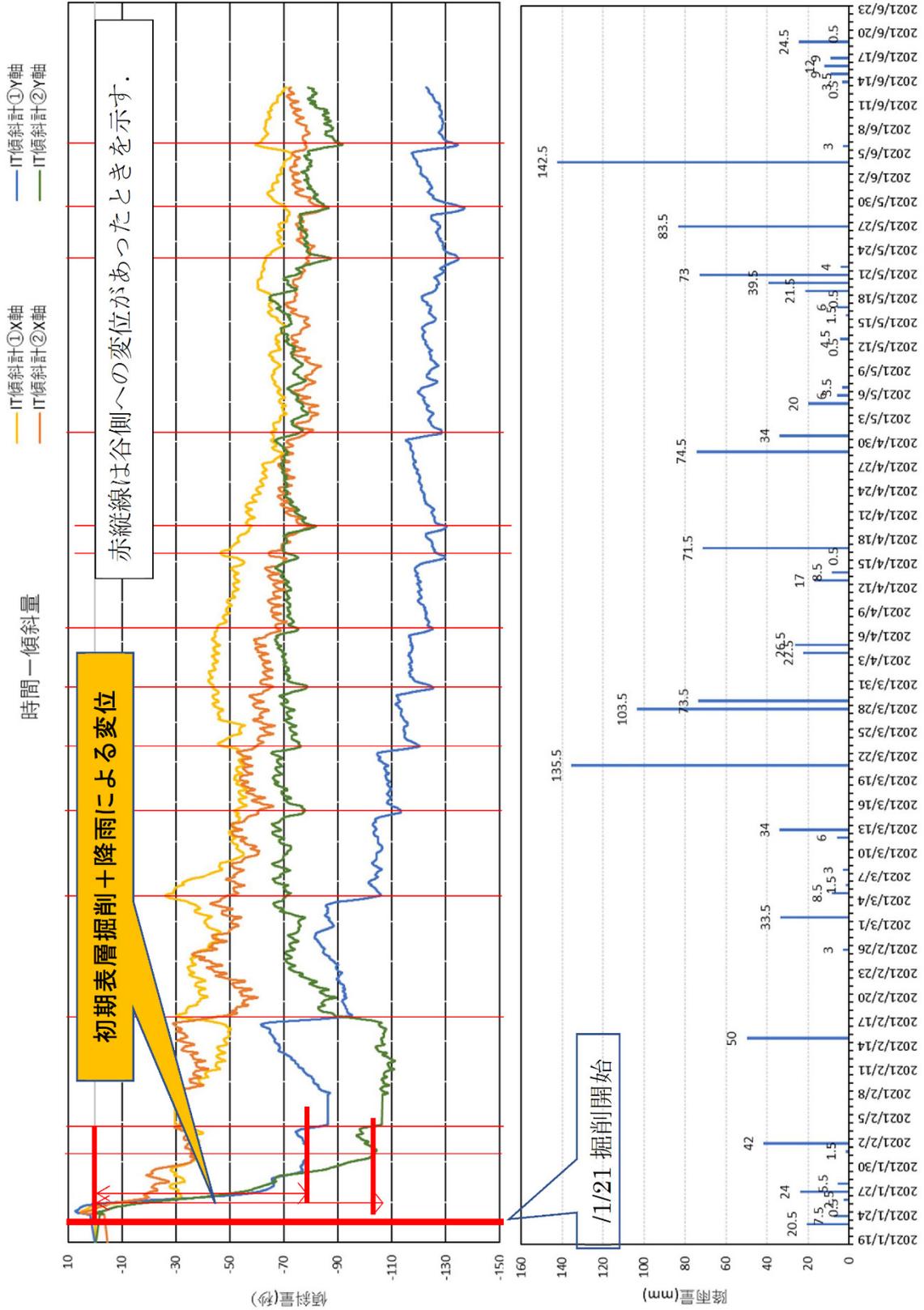


図 6 時間—傾斜量—降雨量関係図

日雨量－谷方向傾斜量関係図

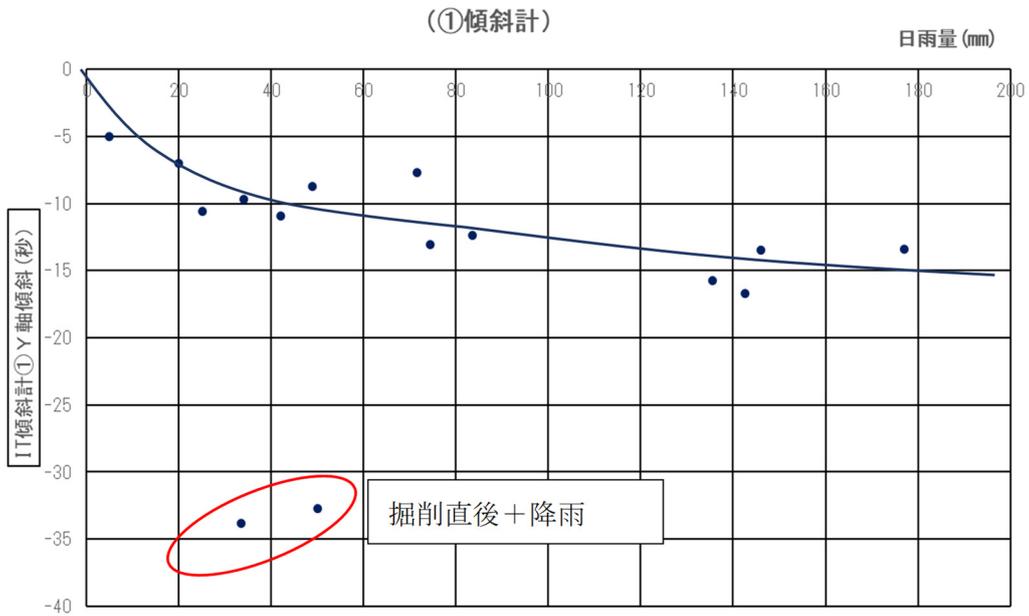


図 7 降雨量－傾斜計下方変位関係図

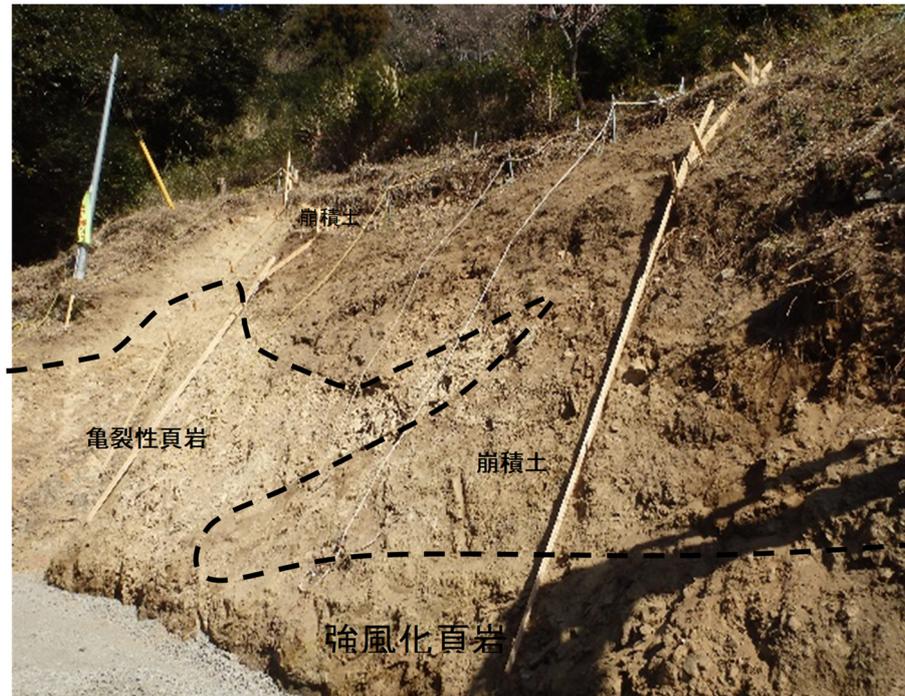


写真 10 掘削全景と地質区分

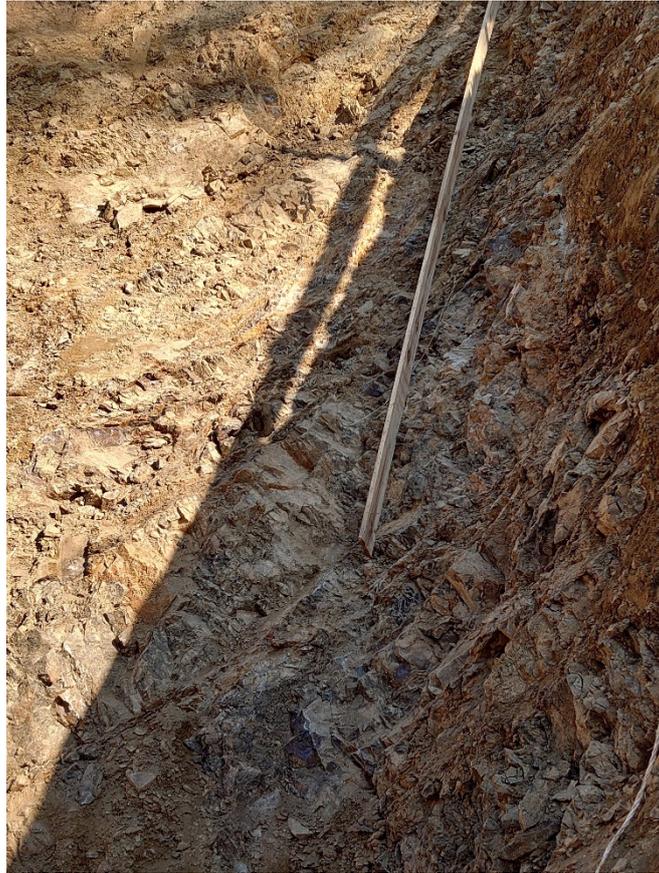


写真 11 砂岩頁岩層理は流れ盤



図 12 掘削中に出現したシェアゾーン

表1 設計・施工段階別点検表

- この点検表は、掘削する地山の露頭①調査・設計、②施工計画、表面③丁張り、内部④掘削作業前時、⑤掘削終了時と斜面の状況が確認できる状態ごとに特に注意の必要な切土部の調査項目をチェックするためのものである。1項目でも「有」があれば安全性の検討を行い、安全な切土こう配とすなど、施工の安全性を確保してから次の段階に進む。
- この点検表は主に切土部の掘削高さが概ね10メートル以下の掘削作業に用いる。

工事箇所名		令和2年度赤目ヶ谷急傾斜地崩壊防止工事							
位置	要因	項目	現象(確認内容)	①調査・設計	②施工計画	③丁張り	掘削		
				有=有、無=無、○印をつける：有=現象がある / 無=現象がない / 未=未確認(確認できない)					
残斜面	地形	地すべり地	亀裂、段差、等高線の乱れ等がある	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○)	有(○) 無(○)	
		浮石・転石	不安定な状況にある	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○)	有(○) 無(○)	
		オーバーハング	新鮮な崩壊が認められる	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○)	有(○) 無(○)	
切土部	周辺状況	植生	周辺の植生と異なるまたは竹林等がある	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○)	有(○) 無(○)	
		構造物	クラックなどの変状がある	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○)	有(○) 無(○)	
		崩積土・強風化斜面	不均一で軟弱な土質である	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○)	有(○) 無(○)	
切土部	地質等(土・岩質)	砂質土等	特に浸食に弱い土質である	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○)	有(○) 無(○)	
		風化が速い岩	表層から土砂化する岩である	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○)	有(○) 無(○)	
		割れ目の多い岩	亀裂が多く、もろい岩である	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○)	有(○) 無(○)	
切土部	構造	流れ盤	流れ盤亀裂で簡単にはく離する	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○)	有(○) 無(○)	
		破碎帯等	すべる可能性の弱層がある	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○)	有(○) 無(○)	
		湧水	常時・多量の湧水、湧水に濁りがある	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○)	有(○) 無(○)	
切土部	災害記録	凍結融解	凍結・融解が著しく起こる	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○)	有(○) 無(○)	
		斜面崩壊	近傍工事個所で崩壊履歴がある	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○) 未(○)	有(○) 無(○)	有(○) 無(○)	
		備考	「有」と記入した場合、状況や対応を記入する。	等高線の乱れ。上部に崩壊跡。植生茶。石積みのすみ。崩積土。 有(○) 無(○) 未(○)					
備考	月/日 点検者サイン		H25/5	/	/	有(○) 無(○) 未(○)			
	施工の安全性の確保ができています 月/日 確認者サイン		/	/	/	有(○) 無(○) 未(○)			

表2 日常点検表(1)

工事名	令和2年度赤目ヶ谷急傾斜地崩壊防止工事	点検箇所	F地区起点側	施工会社	[REDACTED]						
設計・施工段階別点検表で確認された現象の有無	無・有 (その現象=割れ目の多い岩盤)										
1. この日常点検表は、斜面の崩壊を防止するため、斜面の変状をいち早く発見するために使用する。											
2. この日常点検表は、斜面掘削工事、切土部での擁壁工事などの作業開始前、作業終了時、大雨時、中震以上の地震の後などに使用する。											
3. 点検の結果、該当する項目がある場合は、その項目に"○"をつけ、該当しない場合は"レ"又は"ー"をつける。											
4. 点検の結果、いずれかの項目に"○"印がついた場合、「変状時点検表」を用いて変状の推移を確認し、必要な対応を行う。(⑩、⑪を除く。)											
点検項目	点検月日	1月22日	1月25日	1月26日	1月27日	1月28日	1月29日	1月30日	2月1日	2月2日	備考
	(A: 始業, B: 終業, C: 大雨, D: 中震, E: ほか)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(B)	(B)	
① 切土勾配が丁張り合わなくなった	レ	レ	レ	レ	休	レ	休	レ	レ	レ	
② 切土部などに新たな亀裂が見つかった	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
③ 切土部や底面などに"はらみ"が見つかった	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
④ 切土部の底面などに落石が見つかった	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
⑤ 切土部などの一部に崩壊が見つかった	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
⑥ 切土部に地下水(湧水)が出てきた	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
⑦ 切土部などに浮石・転石が見つかった	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
⑧ 周辺の樹木の傾きが変わった	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
⑨ 周辺の構造物に変状が見つかった	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
※下記の⑩、⑪項目の点検の結果、○が付いた場合は直ちに改善する。(改善により、変状時点検表には移行する必要はなくなる。)											
⑩ 降雨時に斜面の排水がスムーズでない	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
⑪ 降雨時の法面保護対策(シート等)に異常がある	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
⑫ 「設計・施工段階別点検表」のうち、特記すべき現象が見つかった	○	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
⑬ その他											
備考	切土面の2/3は亀裂の多い岩盤で崩積土層は当初想定より薄かった。しかし、岩盤内に流れ目のせん断帯が露出。その面での崩壊の危険はない。										
	点検者サイン										
	確認者サイン										

表3 日常点検表(2)

工事名	令和2年度赤目ヶ谷急傾斜地崩壊防止工事	点検箇所	F地区起点側	施工会社										
設計・施工段階別点検表で確認された現象の有無	無・有 (その現象=割れ目の多い岩盤)													
1. この日常点検表は、斜面の崩壊を予知し、労働災害を防止するために、斜面の変状をいち早く発見するために使用する。														
2. この日常点検表は、斜面掘削工事、切土部での擁壁工事などの作業開始前、作業終了時、大雨時、中震以上の地震の後などに使用する。														
3. 点検の結果、該当する項目がある場合は、その項目に"○"をつけ、該当しない場合は"し"又は"-"をつける。														
4. 点検の結果、いずれかの項目に"○"印がついた場合、「変状時点検表」を用いて変状の推移を確認し、必要な対応を行う。(⑩、⑪を除く。)														
点検項目	点検月日	2月3日	2月4日	2月5日	2月8日	2月9日	2月10日	2月11日	2月12日	2月13日	備考			
	(A:始業、B:終業、C:大雨、D:中震、E:ほか)	(A)	(B)	(B)	(B)	(B)	(B)	(B)	(B)	(B)				
① 切土勾配が丁張り合わなくなった		し	し	し	し	し	し	し	し	し				
② 切土部などに新たな亀裂が見つかった		し	し	し	し	し	し	し	し	し				
③ 切土部や底面などに"はらみ"が見つかった		し	し	し	し	し	し	し	し	し				
④ 切土部の底面などに落石が見つかった		し	し	し	し	し	し	し	し	し				
⑤ 切土部などの一部に崩壊が見つかった		し	し	し	し	し	し	し	し	し				
⑥ 切土部に地下水(湧水)が出てきた		し	し	し	し	し	し	し	し	し				
⑦ 切土部などに浮石・転石が見つかった		し	し	し	し	し	し	し	し	し				
⑧ 周辺の樹木の傾きが変わった		し	し	し	し	し	し	し	し	し				
⑨ 周辺の構造物に変状が見つかった		し	し	し	し	し	し	し	し	し				
※下記の⑩、⑪項目の点検の結果、○が付いた場合は直ちに改善する。(改善により、変状時点検表には移行する必要はなくなる。)														
⑩ 降雨時に斜面の排水がスムーズでない		し	し	し	し	し	し	し	し	し				
⑪ 降雨時の法面保護対策(シート等)に異常がある		し	し	し	し	し	し	し	し	し				
⑫ 「設計・施工段階別点検表」のうち、特記すべき現象が見つかった	「多亀裂岩盤で流れ盤」で あったので縫みの拡大と 斜面頭部付近の点検	○	し	し	し	し	し	し	し	し				
⑬ その他														
備考	切土面の2/3は亀裂の多い岩盤で崩積土層は当初想定より薄かった。しかし、岩盤内に流れ目のせん断帯が露出。その面での崩壊の危険はなし。				掘削数量				基礎工	砕石				
	点検者サイン													
	確認者サイン													

表4 日常点検表(3)

工事名	令和2年度赤目ヶ谷急傾斜地崩壊防止工事	点検箇所	F地区起点側	施工会社							
設計・施工段階別点検表で確認された現象の有無	無・有 (その現象= 割れ目の多い岩盤)										
1. この日常点検表は、斜面の崩壊を予知し、労働災害を防止するために、斜面の変状をいち早く発見するために使用する。											
2. この日常点検表は、斜面掘削工事、切土部での擁壁工事などの作業開始前、作業終了時、大雨時、中震以上の地震の後などに使用する。											
3. 点検の結果、該当する項目がある場合は、その項目に"○"をつけ、該当しない場合は"し"又は"ー"をつける。											
4. 点検の結果、いずれかの項目に"○"印がついた場合、「変状時点検表」を用いて変状の推移を確認し、必要な対応を行う。(⑩、⑪を除く。)											
	点検月日	2月15日	2月16日	2月17日	2月18日	2月19日	2月20日	2月21日	2月22日	2月23日	備考
	(A:始業、B:終業、C:大雨、D:中震、E:ほか)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(B)	(B)	(B)	(B)	
① 切土勾配が丁張りとなわなくなった	休	し	し	し	し	し	し	し	し	し	
② 切土部などに新たな亀裂が見つかった	工	し	し	し	し	し	し	し	し	し	
③ 切土部や底面などに"はらみ"が見つかった		し	し	し	し	し	し	し	し	し	
④ 切土部の底面などに落石が見つかった		し	し	し	し	し	し	し	し	し	
⑤ 切土部などの一部に崩壊が見つかった		し	し	し	し	し	し	し	し	し	
⑥ 切土部に地下水(湧水)が出てきた		し	し	し	し	し	し	し	し	し	
⑦ 切土部などに浮石・転石が見つかった		し	し	し	し	し	し	し	し	し	
⑧ 周辺の樹木の傾きが変わった		し	し	し	し	し	し	し	し	し	
⑨ 周辺の構造物に変状が見つかった		し	し	し	し	し	し	し	し	し	
※下記の⑩、⑪項目の点検の結果、○が付いた場合は直ちに改善する。(改善により、変状時点検表には移行する必要はなくなる。)											
⑩ 降雨時に斜面の排水がスムーズでない		し	し	し	し	し	し	し	し	し	
⑪ 降雨時の法面保護対策(シート等)に異常がある		し	し	し	し	し	し	し	し	し	
⑫ 「設計・施工段階別点検表」のうち、特記すべき現象が見つかった	○	し	し	し	し	し	し	し	し	し	
⑬ その他											
備考	切土面の2/3は亀裂の多い岩盤で崩壊土層は当初想定より薄かった。しかし、岩盤内に流れ目のせん断帯が露出。その面での崩壊の危険はな	15日の雨	型枠開始	型枠工							
	い。	のため朝	点検								
	点検者サイン										
	確認者サイン										

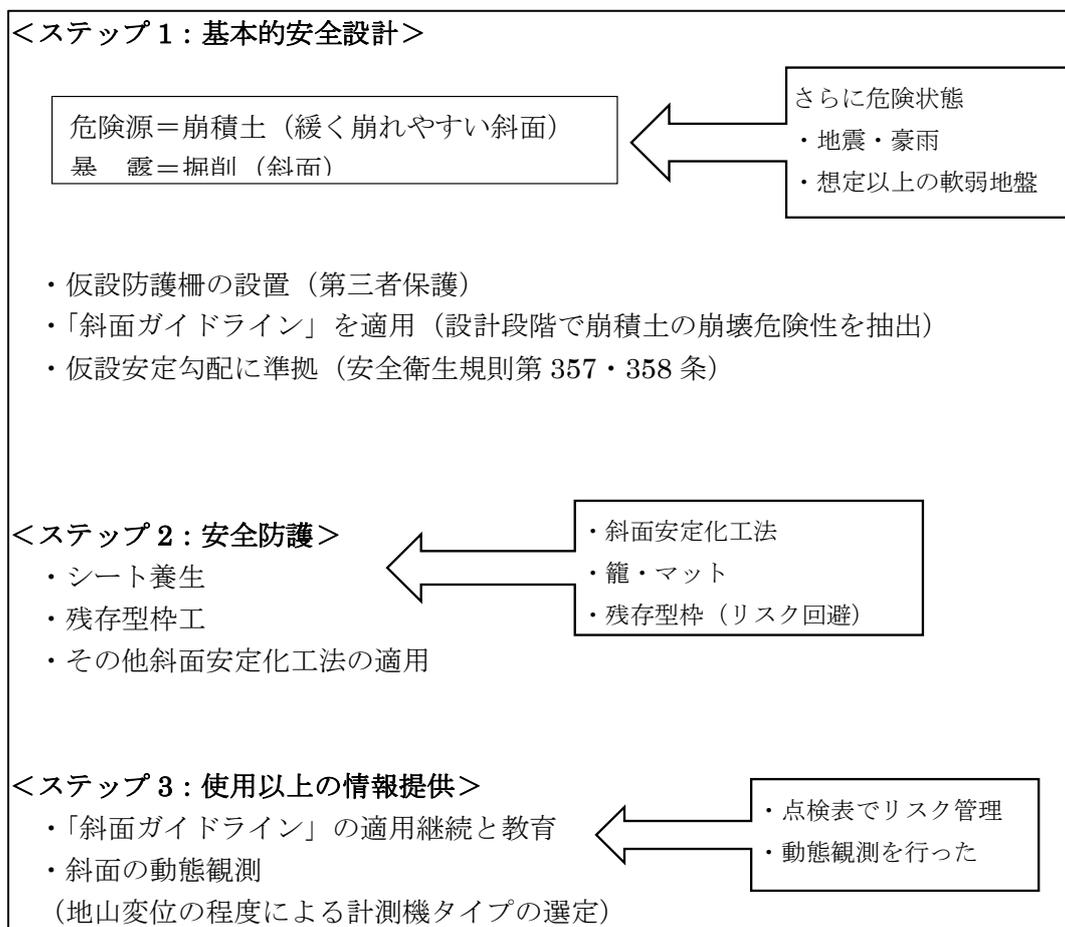
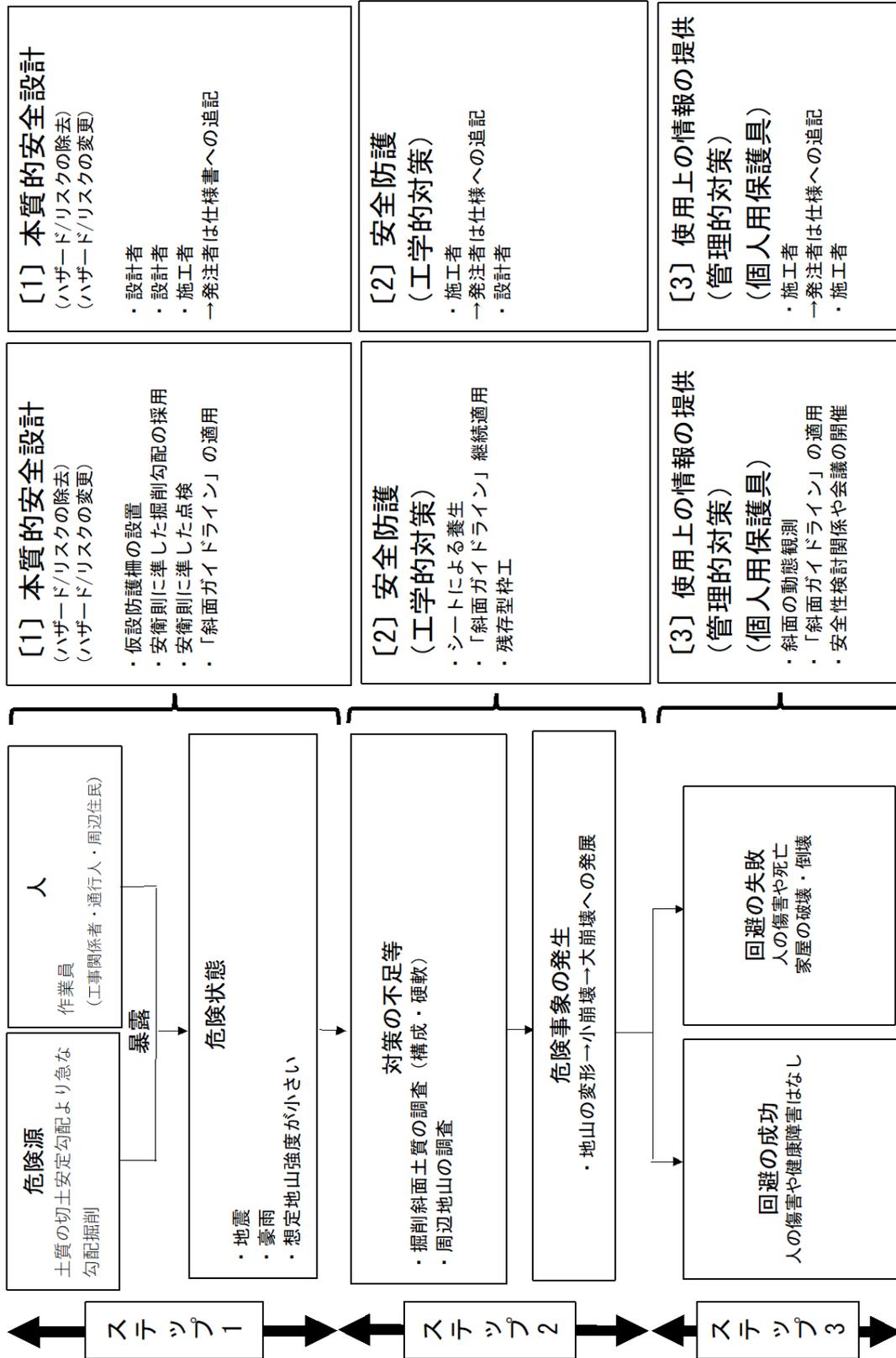


図 8 スリーステップメソッドの適用の概略図

対策の実施者

考えられる対策



**〔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)

- ・設計者
- ・設計者
- ・施工者

→発注者は仕様書への追記

**〔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)

- ・仮設防護柵の設置
- ・安衛則に準じた掘削勾配の採用
- ・安衛則に準じた点検
- ・「斜面ガイドライン」の適用

**〔2〕安全防護**  
(工学的対策)

- ・施工者

→発注者は仕様への追記

- ・設計者

**〔2〕安全防護**  
(工学的対策)

- ・シートによる養生
- ・「斜面ガイドライン」継続適用
- ・残存型砕工

**〔3〕使用上の情報の提供**  
(管理的対策)  
(個人用保護具)

- ・施工者

→発注者は仕様への追記

- ・施工者

**〔3〕使用上の情報の提供**  
(管理的対策)  
(個人用保護具)

- ・斜面の動態観測
- ・「斜面ガイドライン」の適用
- ・安全性検討関係や会議の開催

図 9 急傾斜地防止工事でのスリーステップメソッドの適用例

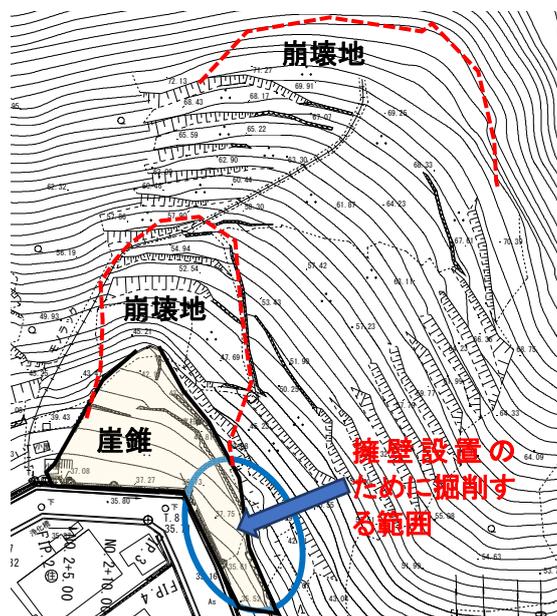


図 10 踏査平面図

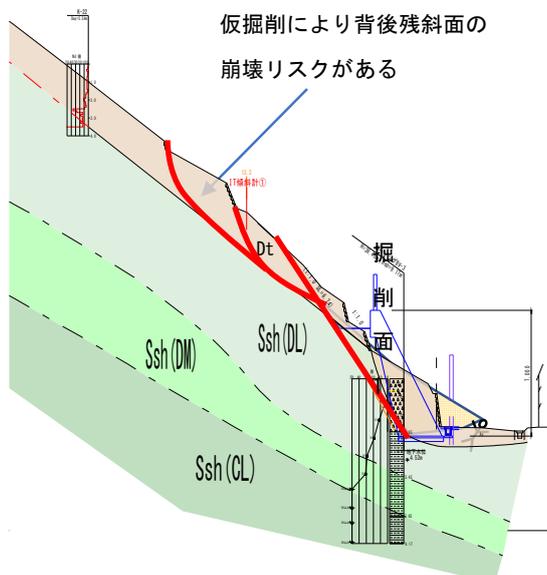


図 11 崩壊想定断面図

厚生労働科学研究費補助金  
分担研究報告書

急傾斜地崩壊防止工事における安全衛生の確保のための  
設計段階のリスク低減措置に関する研究

分担研究者 伊藤和也 東京都市大学 建築都市デザイン学部都市工学科・教授  
吉川直孝 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  
建設安全研究グループ 上席研究員  
平岡伸隆 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  
建設安全研究グループ 主任研究員

研究協力者 豊澤康男 (一社) 仮設工業会・会長  
(東京都市大学 総合研究所地盤環境工学センター・客員教授)  
柴田達哉 東京都市大学 総合理工学研究科建築・都市専攻 博士後期課程  
(柴田地盤問題研究所・所長)

研究要旨

急傾斜地崩壊防止工事で床掘りを伴った待受け擁壁設置での対策工事において、コンクリート打設の際に残存型枠を使用した。残存型枠は、一般型枠のように足場の設置や型枠の撤去が無いため、工事工期の短縮、作業性または工事費の縮減に対して有効であるとされている。また、施工中の安全面においても崩壊危険リスクが高い擁壁背面（斜面側）での作業工程が減少するので、このような工事では安全性の向上も期待される。本論文は崩壊防止擁壁施工時の床掘りや急勾配掘削を行った斜面近傍で行う作業で残存型枠を使用したより安全となる施工方法についてその有効性について調査・検討を行った。

## A. 研究目的

地山には地質性状や地盤特性に付随する不確実性に起因する「斜面崩壊リスク」が存在するという前提とした場合、その対応には、(a) 法遵守、(b) ハード対策、および(c) ソフト対策のそれぞれの特徴を生かしてマネジメントする必要がある。現在のところ上記のうち(a)と(c)については、幾つかの知見が得られており、2015年には労働基準局安全衛生部安全課長から「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン（基安安発 0629 第1号）」（以下、「斜面ガイドライン」という。）という通達が発出されている<sup>1)</sup>。斜面ガイドラインは施工以前の段階を含む、事業の上流から点検し、現場の危険性を抽出することおよび関係者間での情報共有の重要性とその方法について示している。一方、(b) ハード対策については、斜面ガイドラインの策定時に検討がされ、いくつかの考え方は提示されているが、実際の工事への適用や、安全面に加えて経済性等も含めた総合的な理解が進んでいないのが現状である。

ハード対策に関する先行研究では、(独)労働安全衛生総合研究所(現(独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所)は、「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関する調査研究会」（以下、「調査研究会」と言う）を設置し、様々な検討を行っている<sup>2)</sup>。その中で、斜面崩壊による労働災害を低減することを目的とするハード対策として、下記の観点・概念による整理を行っている。すなわち、

(1) 作業時に作業員が切土部の下部に進入しない又は短時間の進入ですむ方法。

(2) 斜面（残斜面と切土部）を補強する

方法（変状が生じても避難する時間を確保し崩壊土砂が可能な限り拡散しない方法を含む）である。

調査研究会が示した崩壊の危険性の高いと判断された斜面においてのハード対策は、(1) 人が危険箇所近づかなくてもすむ工法（例えば掘削を伴わない本設として利用可能な方法）、(2) 擁壁築造や山留め工事において、プレキャスト部材やユニット化された部材を使用することおよび(3) 斜面が劣化、崩壊する前に安定化させることを目標とした方法である。具体的には既存工法・製品から上記の概念に該当する以下の4種類を抽出・掲載している。(1) 吊りカゴ枠、(2) 残存型枠（捨て型枠）による擁壁、(3) 大型ブロック擁壁・プレキャスト擁壁、(4) 圧入機による杭工法。これらに加えて、無人化施工を含めた事例が紹介されている。

特に残存型枠（捨て型枠）は、従来工法（一般型枠）に比べてコストが削減されること以外にも安全性の面でも以下のような検討がされている。

1. 残存型枠は型枠の撤去がないため、コンクリート打設（打設高 1.0m～1.2m 程度）後すぐに、裏込め土を埋め戻すことができるため、斜面崩壊の危険を低減できる。

2. 残存型枠は型枠の撤去がないことから型枠の設置やコンクリートの打設の検査、管理写真の撮影がすぐに行える。

残存型枠工は、一般型枠工と比べて砂防堰堤のように大規模なものでは少なくとも同程度のコストにて施工することが可能であり、斜面側での作業が少ない分、作業員が斜面崩壊にて被災する危険は低減されるものと報告されている。しかし、砂防工事以外

の道路工事や急傾斜地対策工事については、算出した土木工事積算基準による違い（コンクリート工基準と砂防工基準）の可能性もあるとしており、試算段階に留まっている<sup>3)</sup>。

## B. 研究方法

本分担研究では、急傾斜地崩壊防止工事のもたれ式擁壁への残存型枠工の適用について、以下の2点に着目して研究を実施した。

### 【1】一般型枠工との経済性の比較

急傾斜地崩壊防止工事にて多く選定される待ち受け式重力式（もたれ式）擁壁への残存型枠工の適用について、現状に即した一般型枠工との経済性および安全性の比較を行い、有効性について確認する。

### 【2】残存型枠工の施工事例からみる施工中の安全性

残存型枠工を急傾斜地対策工事に適用した現場の施工事例から施工中の安全性について検討する。

以下に、それらの結果を示す。

## C. 研究結果

B. 研究方法 に示した2つについてそれぞれ研究結果を記載する。

### 【1】一般型枠工との経済性の比較

#### (1) 残存型枠工の種類と特徴

残存型枠は、木製または四角形状をした薄型のプレキャスト・コンクリート製の既成品であり、その積み重ね・組立てと専用部材を使用することで、一般型枠のようなコンクリート打設後の脱型作業を必要としない型枠工である。1989年に国土交通省中部

整備事務所越美山系砂防事務所発注の井口谷第一砂防堰堤で採用された<sup>注1)</sup>。残存型枠の種類を分類すると、構造物断面外として活用される外壁兼型のいわゆる「化粧型枠」と型枠を断面の一部とした構造物断面内として活用する「構造物一体型」（写真-1～2）がある。景観をさほど重視しない公共構造物などには、後者が使用される事例が多い。また、構造物一体型も背後埋め戻し面に使用される裏側ピアスタップ（写真-3）と、前面の露出面に使われ小穴からコンクリートの漏れがない表面側ワンダertypeがある（写真-4）。

残存型枠の大きな特徴は、型枠や単管サポートなどの取り外し作業が無いことである。そのため、地山掘削面と躯体の間のスペースに作業員が入る必要がなく、内部で組立て・溶接などの作業ができることから、斜面崩壊に対する安全性が確保される。また、型枠は軽量で切断加工もし易いことから作業性が良い。特に、足場が不要であることから従来の一般型枠に対して足場設置費用での大幅なコスト削減が可能となる。

#### (2) 一般型枠工と残存型枠工の施工方法の違い

ここでは、一般型枠工と残存型枠工の施工方法の違いについて示す。まず、図-1に一般型枠工の施工手順を示す。ここで、施工工程にて灰色で塗られた工程は積算に含まれるものを示しており、斜面近接での作業についても明記している。一般型枠工は、足場・型枠の解体撤去時と出来形管理のための測量や写真撮影時に作業員が切土掘削によって不安定となっている斜面とコンクリート躯体との間に立ち入り作業する必要が

ある。切土掘削を伴う擁壁設置時にはこれらの工程が斜面崩壊による労働災害リスクが最も高い状態となる。

次に、図-2に残存型枠工の施工手順を示す。ここで、施工工程にて灰色に塗られた工程は積算に含まれるものを示している。残存型枠工は残存型枠を連結部材と支持部材を用いて組立て、その型枠内にコンクリートを打設し、裏込転圧を行い、同様のステップを繰り返して擁壁を構築するものである。型枠がコンクリートと一体化した構造物となるため、一般型枠工のように型枠の解体撤去による斜面とコンクリート躯体に立ち入るような労働災害リスクが高い工程が少ない。

### (3) 一般型枠工と残存型枠工の経済性比較

一般型枠工と残存型枠工では、図-1～2に示すように積算に反映される工程が異なる。単純に型枠材料にのみに着目すれば、残存型枠が高価であるが、擁壁の高さや種類、作業工程や使用する部材及び仮設工の有無等に違いが多く、一律に工事の経済性についての比較・検討は困難である。そこで、ここでは(a)型枠1m<sup>2</sup>あたりでの比較、(b)コンクリート擁壁の高さ(H=3m～8m。ただし、5m≦重力式、5m≧もたれ式)ごとの比較を行う。なお、高さ2m以下の重力式擁壁は、足場工が計上されないことより一般型枠工が安価であることが自明であることから、高さ3m以上の無筋コンクリート擁壁を想定する。

#### a) 型枠1m<sup>2</sup>あたりに掛かる費用での比較

表-1に型枠1m<sup>2</sup>あたりの施工費用を比較した結果を示す。ここでは、残存型枠として

全国型枠工業会の製品であるワンダータイプで積算した。表-1を見ると、1m<sup>2</sup>あたりの施工費用は、足場工が不要な残存型枠工が1,000円程度安価となる。これは、作業人工が残存型枠工の方が低くなり、効率性の良さを反映している。一方、ここでは無視しているが、一般型枠は転用することが出来るため型枠材料費がほとんど掛からない。

#### b) コンクリート擁壁の高さごよによる経済性の比較

図-3は、コンクリート擁壁高さごとに一般型枠工と残存型枠工の積算工事費用に違いがあるのかを計算して、グラフ化したものである。ここで、比較条件は下記とした。

擁壁高さ5mまでは重力式擁壁、それ以上はもたれ式擁壁とする。

一般型枠工の積算は、「施工パッケージ型積算方式」にて算出(ポンプ打設費、基礎工は含まず)した。

残存型枠費にはワンダータイプ、専用組立て部材、ロス率を含み、目地板・水抜きパイプ・吸出し防止材をも含む。

表-1、図-3に示すように型枠1m<sup>2</sup>あたりとしても擁壁高さごととしても工事全体としての概算工事費においても、残存型枠工の方が建設コストの面で有利であることが分かる。なお、既往研究<sup>3)</sup>では「国土交通省土木工事積算基準 コンクリート工 砂防型枠工」により積算しており、直接的な比較ができないとしていた。しかし、今日では、治山も砂防と統一すると同時に、全国型枠工業会では平成30年度より一般構造物(鉄筋・無筋;コンクリート擁壁工)も同一の歩掛かりに統一している<sup>注2)</sup>。すなわち、積算におけるコンクリート構造物の規模の影響は無い。また、現場ごとの違いによる残存型

枠工の使用に付加的に仮設構造物の設置が必要である場合（例えば、背面埋戻し・転圧工が立ち上がりと同時に行うことができず、足場工が必要となる場合等）には、一般型枠の方が低価格となる場合がある。しかし、それらを鑑みても経済性を比較すると、残存型枠工は大きなコスト高とならないことが分かった。

## 【2】残存型枠工の施工事例からみる施工中の安全性

### (1) 現場概況・地形・地質情報等

残存型枠の適用現場は、静岡県静岡市葵区西部を流れる丸子川沿いの平野部と急峻な山地が隣接する地域である。この地域は山麓に密集した集落が発達しており、急傾斜崩壊防止区域に指定されている。急傾斜地崩壊防止工は、斜面を直接崩壊防止する工法（斜面改変）と斜面際に擁壁を設置し、崩壊予測量を想定し、壁高によりその捕捉できる容積を確保する待受け的工法がある。当現場では、経済性や諸条件により待受け式対策工法が採用された。この現場に限らず、一般的に急傾斜地崩壊防止工は、斜面先に近接した家屋が多く、地すべり地を背後斜面に配置している以外は、工事の経済性を優位に考慮して、斜面の掘削を伴う待受け擁壁を設置する工法の採用が多い。したがって、切土も伴うことから掘削中の斜面崩壊による労働災害の発生リスクは高く、危険源からの人を遠ざける機械分野における「本質的安全設計」の思想<sup>4)</sup>とは異なる点もあり、その後の安全防護の観点が必要である。

今回、残存型枠工を採用した現場は、図-

4 に示す平面図のように市道を介して、斜面と民家が近接する地形である。また、斜面勾配は、図-5 に示すように平均勾配が約45°の急峻な背後斜面であり、末端部にはかつての崩壊により緩い勾配に堆積した崩積土が堆積している。周辺の地質は、静岡市西部に広く分布する基盤岩である古第三紀の瀬戸川層群の砂岩頁岩互層である。この地質は、東側の糸魚川-静岡構造線や西側の笹山構造線に挟まれて南北へ帯状に分布しており、2つの構造線の影響を受けているために小断層や褶曲構造が多く存在する。斜面崩壊に関しては、掘削工事によってルーズな表層（崩積土）の崩壊が最も発生し易いが、基盤岩が脆弱性を有している場合には、岩盤崩壊のリスクも考えられるため、掘削面での基盤岩観察を十分行う必要がある。

### (2) 設計時の配慮<sup>注4)</sup>

設計時には、全数量での経済性の比較が行われ、断面の小さなもたれ式擁壁や張コンクリート擁壁では一般型枠が安価であったが、当工区も含め残存型枠が約7%のコスト縮減となった。安全性への配慮も検討され、残存型枠を使用することで型枠の脱型が不要であり、型枠内での作業であることから高所作業での転落・墜落等の安全が確保できることも鑑みて選定された。

なお、地質評価については、緩い崩積土の切土掘削による表層崩壊のリスクはあるが、岩盤は流れ盤ではないことから基岩が崩壊する要因はないとしている。

### (3) 施工工程

施工工程での特徴的な様子を以下に示す。まず、型枠内作業の様子を写真-5 に示す。

型枠の組立てまたは金具や鉄筋セパレータの設置及び水抜きパイプの設置は全て型枠内で作業しており、背後地山の崩壊があっても裏型枠により隔たりを持っている。

コンクリート打設時の様子を写真-6に示す。型枠天端に足場板を敷き並べており、作業員の移動やバイブレータ作業が容易となる。その際にも、背後地山との離隔を取ることが出来、地山の状況を把握することが出来る。

擁壁裏の埋戻し作業は、本現場では4枚の型枠（高さ2.4m）が立ち上がった際に実施した。写真-7～8に作業状況を示す。埋戻し用の土砂は、開口部から小型ダンプにより運搬を行い（写真-7）、プレートコンパクター（小型転圧機）で締固めを行っている（写真-8）。擁壁裏の埋戻し作業では、背面地山への雨水浸入防止のために覆っている養生シート（ブルーシート）は部分的に撤去される。しかし、全体を撤去するわけではないため、切土掘削後に新たに生じたクラックの発生等の斜面崩壊の前兆を確実に把握することは難しい。斜面ガイドラインを適用すれば日常点検表にて地山の状況を確認する必要がある。視認する方法として実施工では転落防止メッシュを使用することもあるが、転石や小規模崩壊を防ぐことは難しいことから、養生シートに覆われている擁壁背面地山の状況を視認する方法に関しては今後の施工中の課題といえる。

#### (4) 作業員の行動特性

写真-9に背面埋戻し後の作業状況（型枠組立作業）を示す。背後埋戻しが終わり、平坦部での作業ヤードが広がることにより、作業員は作業性の良い広い埋戻しスペース

にて型枠組立て作業を行う様子が見られた。残存型枠の大きな利点は、このように足場無しで埋戻したスペースも作業ヤードとして利用できる点にある。

しかし、埋戻したスペースを使用する場合には、作業員は斜面を背にした姿勢での作業を行う場合があり、可能な限りすべきではないと考えられる。

#### D. 考察

一般公共土木工事における工法選択基準には、経済性、品質、施工の安全性、工期及び環境負荷がある。加えて現実的には、現場ごとの条件や構築する構造物の社会的使命や目的など重要視する観点が異なる。しかし、一般的には、工法選定・採用には、経済性が最優先されることが多い。残存型枠工は、それぞれの観点においてメリット・デメリットがあり、以下のようにまとめることができる。

##### (1) 品質について

メリットとして、以下の点が挙げられる。  
・一般型枠に比べ、コンクリートと同等強度を有するため、躯体の一部として残存できる。

一方、デメリットとしては以下の点が挙げられる。

・直線的な構造物は有利であるが、折れ曲がり不得意であり、カーブを描く構造物には不向きである。

##### (2) 安全性について

メリットとして、以下の点が挙げられる。  
・型枠内で作業をすることにより背面の土砂が崩壊した場合には裏型枠が簡易的な土

留めとなり、直接的な被災を免れる可能性がある。

・擁壁と背後地山の掘削面の間は、型枠と足場が不要となることより、幅狭とすることが出来る。そのため、斜面切土範囲を少なくすることや、掘削勾配を緩くすることが許容できる。

一方、デメリットとして、以下の点が挙げられる。

・擁壁の上部では、型枠内の幅が1m以下となるので、残存型枠内での作業は困難になる。そのため、型枠外の擁壁背後埋戻し部を作業ヤードとして利用するが、掘削地山に近接した作業となる点に注意が必要である。しかし、このような状態は擁壁施工時の上部での施工中のみであり、切土部の高さも低くなり斜面崩壊リスクは低減している状態である。

### (3) 工期について

メリットとして、以下の点が挙げられる。

・足場が不要であることと解体が不要であるので工事期間の短縮が可能である。工期短縮については、先行研究でもすべての工事实績で認められている。

一方、デメリットは、以下の点が挙げられる。

・コンクリート打設回数が増える。  
・クレーン車または特装車が入る隣接道が無い場合、小さな部材を用いて人力運搬が可能となり、運搬機械費用が削減されるが、回数が増えて時間が掛かる。

### (4) 環境について

メリットとして、以下の点が挙げられる。

・直線部では、型枠廃棄端材が少なくなる。

・コンクリートのムラ（打ち継ぎ目・コールドジョイントでの品質不良）は見えないので、景観が良くなる。

一方、デメリットとしては、以下の点が挙げられる。

・折れ曲がり、高さ勾配がある構造物ほど廃棄端材が多くなり、廃棄物が増加する。

(1)~(4)に加えて 3(3)にて検討した経済的な面も含めて、残存型枠工が有利である。特に、(1) 施工現場が道路に面しており、(2) コンクリート擁壁が直線的な形状、擁壁高さが一定であり、擁壁高さが高いほど経済性では大きなメリットを生じる。また、切土面の掘削高も高くなるほど安全性に対しては大きなメリットを生じる。一般的に急傾斜地崩壊防止工事では急傾斜地特有な折れ点が多い擁壁平面形状となる場合が多い。そのため、経済性・環境面に対して残存型枠工が不利となり、急傾斜地崩壊防止工事での採用が少なかったものと推察される。しかしながら、どの現場でも一般型枠に対して作業の効率性を高め、工期短縮が図れる上に、作業時の安全性が向上する工法であるため、総合的な見地から判断が必要である。

なお、本研究にて検討した残存型枠以外にも各辺長が短く、軽量化を図ると共に折れ点にも端材が生じないような製品も存在しており、上記のデメリットも少しずつ解消される工夫がされている。さらに、将来的には、試作品や小規模モデルの作成に使用されている 3D プリンターを応用し、特殊なモルタルや金属または樹脂などの新素材利用や大型モデルの作成が可能な機器の開発が進めば、線形に合わせた単品生産での

曲部や折れ部に対応した残存型枠が製作適用でき、現在デメリットとされる端材の削減も含めて解消される可能性がある。

#### E. 結論

本分担研究では、急傾斜地崩壊防止工事のもたれ式擁壁への残存型枠工の適用について、以下の2点に着目して研究を実施した。

##### 【1】一般型枠工との経済性の比較

急傾斜地崩壊防止工事にて多く選定される待ち受け式重力式（もたれ式）擁壁への残存型枠工の適用について、現状に即した一般型枠工との経済性および安全性の比較を行い、有効性について確認した。

##### 【2】残存型枠工の施工事例からみる施工中の安全性

残存型枠工を急傾斜地対策工事に適用した現場の施工事例から施工中の安全性について検討した。

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

- 1) 柴田達哉, 伊藤和也, 吉川直孝, 平岡伸隆, 鈴木隆明, 残存型枠を利用した擁壁施工中の斜面崩壊による労働災害防止の有効性, 土木学会論文集 F6 (安全問題), 2022, 78 巻, 2 号, p. I\_81-I\_91, [https://doi.org/10.2208/jscejsp.78.2\\_I\\_81](https://doi.org/10.2208/jscejsp.78.2_I_81),
- 2) 伊藤和也, 柴田達哉, 吉川直孝, 平岡伸隆, 豊澤康男: 各論 斜面崩壊による労働災害防止対策としての地盤リスクマネジメントー関係者間での地質・地盤

リスクの情報共有ツールとしての点検表一, 基礎工, 2023, 2月号

#### 2. 学会発表

##### 1)

#### 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) 厚生労働省: 斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン, 2015. <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000149406.html> [Ministry of Health, Labour and Welfare: Guidelines for Prevention of Labour Accidents Caused by Slope Failure, 2015.]
- 2) (独)労働安全衛生総合研究所(現(独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所): 斜面崩壊による労働災害の防止対策に関する調査研究会 報告書, pp. 8-9, 2010. [https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/houkoku/houkoku\\_2010\\_01.html](https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/houkoku/houkoku_2010_01.html) [National Institute of Occupational Safety and Health, Japan: Report of Research Committee on Countermeasures to prevent Labor Accidents Caused by Slope Failure,

pp. 8-9, 2010.]

- 3) 日下部治：土砂崩壊防止のための対策工に関する研究，厚生労働科学研究費補助金（健康安全確保総合研究分野 労働安全衛生総合研究（H20-労働一般-001））総合研究報告書，pp. 50-70, 2011.

<https://mhlw->

[grants.niph.go.jp/project/18931](https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/18931)

[Kusakabe, O: Research on countermeasures for slope failure prevention, Health Labour Sciences Research Grant (H20-Labor-General-001) Final report, pp. 50-70, 2011.]

- 4) 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 .

<https://doi.org/10.2208/jscejsp.75.1>

[Kikkawa, N., Ohdo, K., Toyosawa, Y., Hiraoka, N., Hamajima, K., Shimizu, S.: Health and Safety Issues and Its Future Directions of Construction Industry Based on the Point of View in Safety Science of Mechanical Field, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. F6 (Safety Problem), Vol. 75, No. 1, pp. 1-11, 2019.]



写真-1 残存型枠を用いた擁壁工（完成）



写真-2 残存型枠を用いた擁壁工施工中



写真-3 残存型枠裏側  
(写真はピアスタイプ) 注2)



写真-4 残存型枠表側  
(写真はワンダータイプ) <sup>注2)</sup>

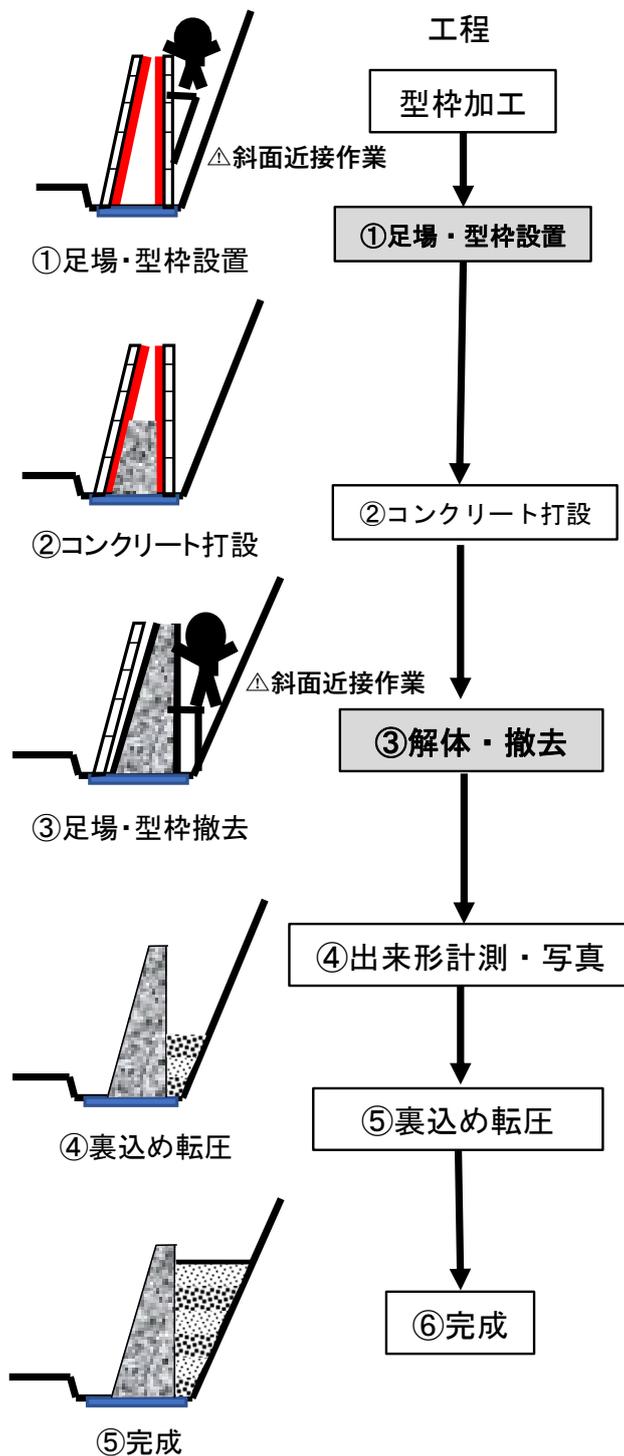


図-1 一般型枠工の施工手順

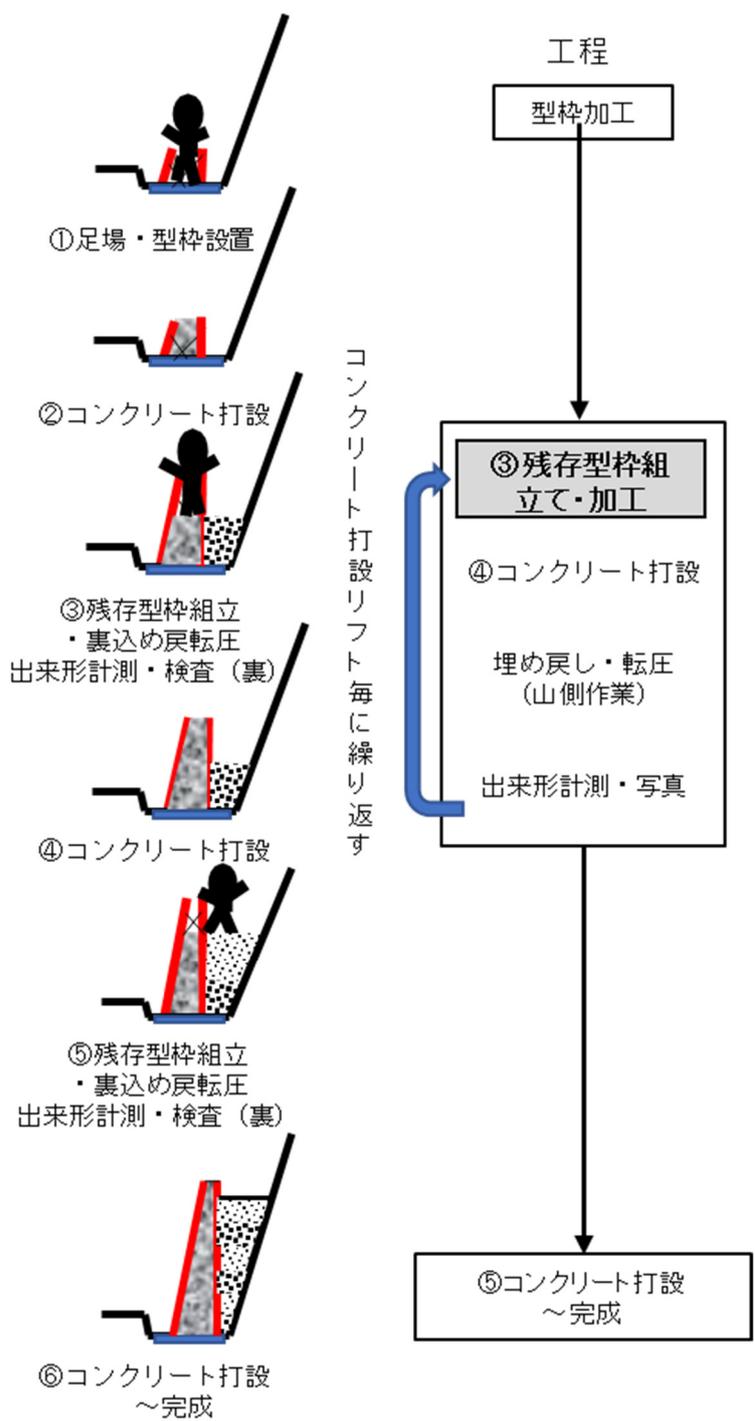


図-2 残存型枠の施工手順

表-1 一般型枠工と残存型枠工との施工費用の比較<sup>注3)</sup>

名 称	一般型枠工	残存型枠工 (ワンダータイプ)	備 考
一般世話役	80,910	52,200	
型枠工	408,200	124,800	
溶接工		68,310	
普通作業員	217,000	71,610	
ラフターレーンクレーン 25t		88,400	型枠 60kg/枚
諸雑費率	162,405	64,851	
小計	868,515	470,171	
製品型枠費	無視する	493,000	
専用組立部材		145,000	
ロス率(6%)	無視する	38,280	
製品厚(40mm)設計計上		-1,481	コンクリート体積減少 (40mm×2×コンクリート 単価)
小計	0	674,799	
合計	868,515	1,144,970	
足場	368,000		1 空 m <sup>3</sup> =3,680 円
100m <sup>2</sup> あたり	1,236,515	1,144,970	
1 m <sup>2</sup> あたり	<b>12,365</b>	<b>11,450</b>	

\*令和4年3月改訂静岡県資材等単価表（労務費）を使用（100m<sup>2</sup>あたり）

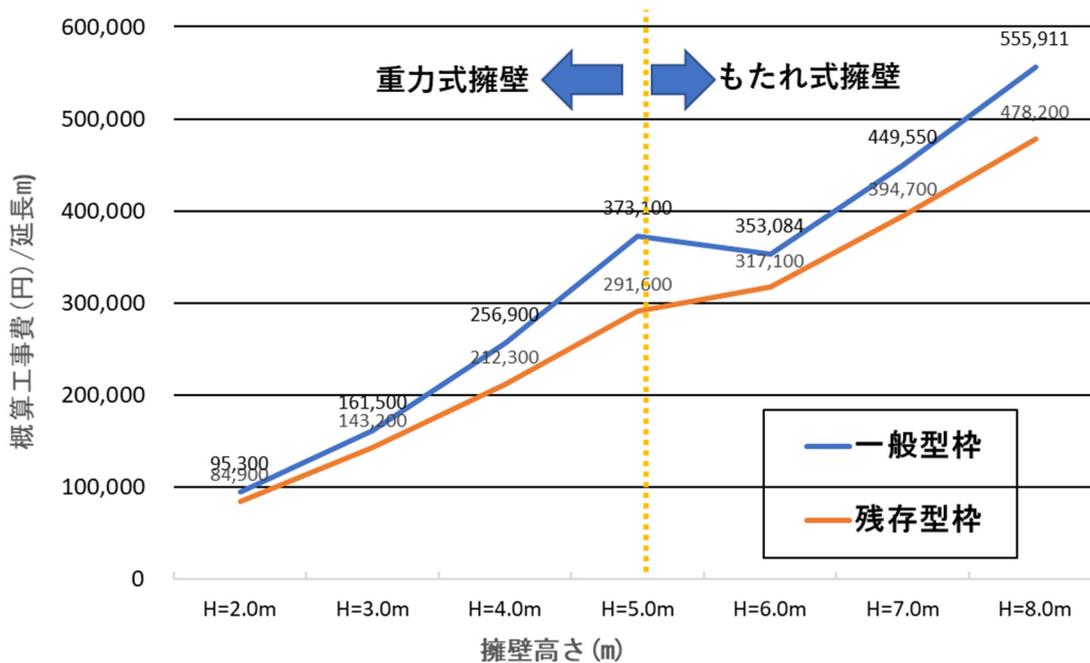


図-3 一般型枠工と残存型枠工の工事費の比較



図-4 平面図

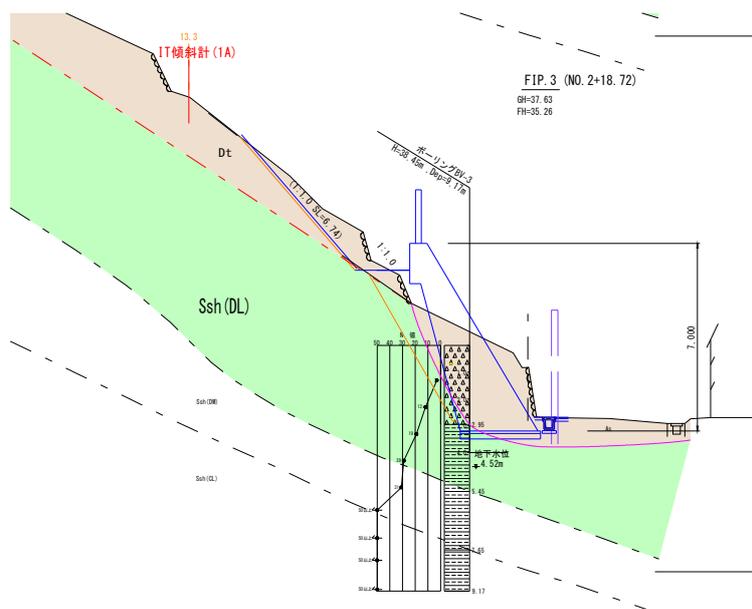


図-5 推定地質と施工断面図



写真-5 型枠内作業の状況



写真-6 コンクリート打設作業の状況



写真-7 擁壁背後の埋戻し作業の状況



写真-8 擁壁背後の埋戻し土砂の転圧作業の状況



写真-9 埋戻し後の型枠組立て作業

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
三原泰司, 清水尚憲, 吉川直孝	第2章 データで見た、日本と英国の差 第5章 リスクアセスメント 日本の課題、英国の秘密	該当なし	建設協調安全 実践!死亡事故ゼロ実現の手法	日経BP	東京	2022	29-38, 113-151

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
吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 伊藤和也, 豊澤康男	建設業における設計段階からの安全配慮に関する行政施策と地盤工学の果たす役割	地盤工学会誌	Vol. 70 No. 12 Ser. NO. 779	27-30	2022
伊藤和也, 柴田達哉, 吉川直孝, 平岡伸隆, 豊澤康男	斜面崩壊による労働災害防止対策としての地盤リスクマネジメント—関係者間での地質・地盤リスクの情報共有ツールとしての点検表—	基礎工	No. 2	26-29	2023
柴田達哉, 伊藤和也, 吉川直孝, 平岡伸隆, 鈴木隆明	残存型枠を利用した擁壁施工中の斜面崩壊による労働災害防止の有効性	土木学会論文集F6(安全問題)	Vol. 78 No. 2	I_81-I_91	2022

Naotaka Kikkawa, Nobutaka Hiraoka, Hiroki Takahashi, Katsutoshi Ohdo	Risk points for falls and other risks setting in building information modelling from the design phase	International Conference on Slips/Trips and Falls Sendai (STF Sendai)	2022	S1-3	2022
Naotaka Kikkawa	Issues and future on occupational safety of construction industry in Japan <a href="https://japan.visionzerosummits.com/ja/japan-2022-jp/timetable-14a/">https://japan.visionzerosummits.com/ja/japan-2022-jp/timetable-14a/</a>	Vision Zero Summit Japan	2022	ROOM M	2022
吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 高橋弘樹	設計段階からの安全配慮に関する BIM/CIM の活用例	安全工学シンポジウム	2022	298 - 301	2022
吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 高橋弘樹, 濱島京子	機械安全分野のリスク低減措置の基本的な考え方から地盤工学の果たす役割について	地盤工学研究発表会	第57回	DS-6-05	2022
吉川直孝	建設工事における設計段階からの安全配慮に関するBIM/CIMの活用例 <a href="https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/mail_mag/2022/164-column-1.html">https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/mail_mag/2022/164-column-1.html</a>	安衛研ニュース(メールマガジン)	No. 164 (2022-09-02)	1	2022

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 鷹屋 光俊

次の職員の令和4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 鷹屋 光俊

次の職員の令和4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 鷹屋 光俊

次の職員の令和4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。

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 鷹屋 光俊

次の職員の令和4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。

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 鷹屋 光俊

次の職員の令和4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5年5月26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4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。