

厚生労働科学研究費補助金  
分担研究報告書

建設工事における安全衛生の確保のための

設計段階の措置に係る型枠支保工の倒壊災害事例の分析

研究分担者 高橋弘樹 （独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・上席研究員

研究要旨

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

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

## A. 研究目的

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

## B. 研究方法

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

## C. 研究結果

### C-1. 型枠支保工の倒壊災害の概要

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

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

#### C-2-1 危険源からの危害に至るプロセス

（危険源、人、暴露）

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

（対策の不足）

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

（危険事象の発生）

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

（回避の成功と失敗）

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

#### C-2-2 考えられる対策と対策の実施者

（本質的安全設計）

本質的安全設計（ハザード／リスクの除去）

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

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

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

#### （安全防護）

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

#### （使用上の情報の提供）

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

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

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

### C-3. 同種災害におけるリスク低減措置の優先順位

#### （ハザード／リスクの除去）

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

#### （ハザード／リスクの変更等）

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

#### （工学的対策）

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

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

#### （管理的対策）

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

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

#### （個人用保護具）

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

#### D. 考察

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

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

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

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

#### E. 結論

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

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

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

F. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

該当なし

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし

H. 引用文献

- 1) 独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所：ビル新築工事現場で発生した型枠支保工の倒壊災害，災害調査報告書，2020年度ホームページ公開，

[https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/pdf/saigai\\_houkoku\\_2020\\_05.pdf#zoom=100](https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/pdf/saigai_houkoku_2020_05.pdf#zoom=100)

(2021年7月30日閲覧)

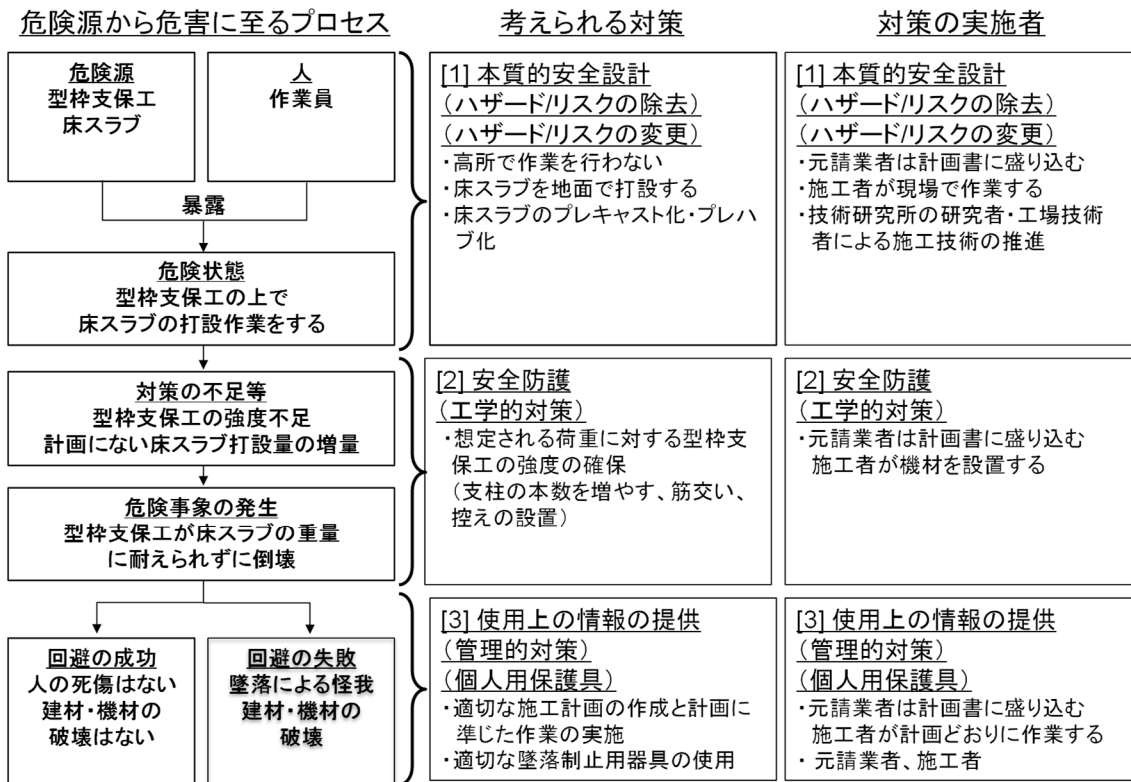


図1 型枠支保工の倒壊災害における「危険源から危害に至るプロセス」

## Hierarchy of Controls 階層的制御（崩壊・墜落）

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

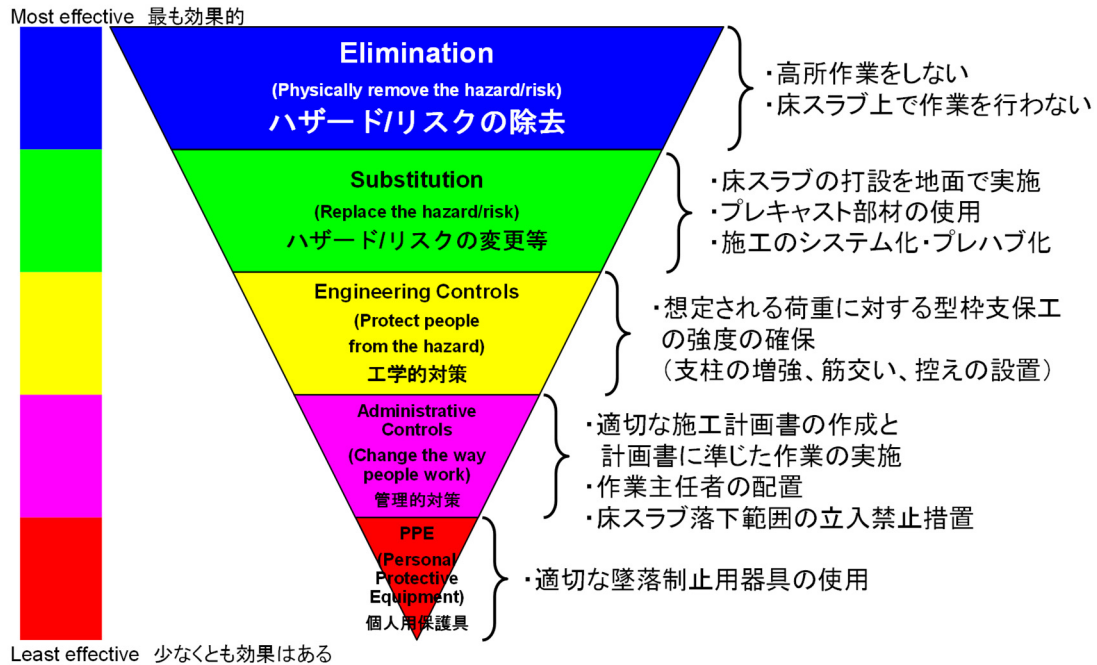


図2 型枠支保工の倒壊災害の同種災害におけるリスク低減措置の優先順位