

土木工事における安全対策に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）
研究期間：平 21
担当チーム：技術推進本部先端技術チーム
研究担当者：藤野健一、茂木正晴、大槻崇

【要旨】

土木工事においては、建設工事労働災害防止に向けた重点対策として、従前より事故の種類や傾向について分析し、適切な安全対策のために必要な措置を講じてきたところである。

国土交通省（建設工事事務事故防止対策検討委員会：塩井委員長）では、平成 13 年度より事故防止対策の効果や事故の要因分析などを行っており、平成 20 年度には安全対策の重点事項が提示されている。

行政における事故防止策としては、施工者への注意喚起や安全設備・機器を中心とした対応が進められてきたが、今後、さらに効果的な対応策を行うためには、研究的な観点で様々な角度からの分析が必要となるものと考えられる。

そこで、本研究方針研究では、認知科学的観点からの視点工事事務に繋がる要因の解析手法、新技術による保安技術の開発・研究の必要性について検討を行った。

キーワード：土木工事、安全対策、墜落事故、交通事故、建設機械、飛来落下事故、事故防止対策

1. はじめに

土木工事に限らず人と物に関連する事故は、その大小に係わらずゼロにすることが難しい。事故の発生は、生産現場などのプラント・鉄道・航空・原子力発電関連などの大規模なものから家庭内や学校・職場といった規模の小さい身近な中で発生しており、人が介在している事故原因の大半は「人的エラー（失敗）」によるものであり、個人若しくは団体活動における不注意や怠慢によるものであったり、個人の能力を超える事象に無理に対応することによるものや知識・経験不足といったことが原因と考えられる。

土木工事における労働災害による死亡者数・死傷者数は、図-1 に示すように減少傾向にあるものの、未だ全産業に対して約 25%を占めている。

これに対処するため、事故防止のための対応策について注意喚起や安全設備・機器を中心とする様々な対応が進められているが、今後、具体的な対応策を推進していく上では、研究的な観点での分析が必要となるものと考えられる。

土木工事における安全対策に関しては、国土交通省（建設工事事務事故防止対策検討委員会：塩井委員長）において、平成 13 年度より事故防止対策による効果や事故の要因分析などが行われている。また、この委員会においては平成 20 年度の安全対策の重点事項が提示されており、この重点項目では、図-2 に示すように墜落事故（足場や法

面）・交通事故・建設機械による事故・飛来落下事故といった事故について、土木工事において特に対策を図らなければならない項目としている。

このような課題に対処するため、本研究方針研究では土木工事での事故発生要因分析に他分野での事故発生要因分析を応用し、認知科学的な視点に立ち、事故に繋がる要因の解析手法、新技術による保安技術の開発・研究の必要性について検討を行うものである。

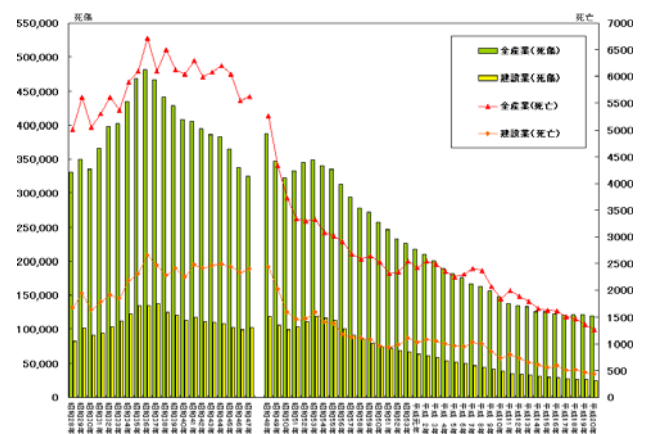


図-1 建設業における労働災害発生状況

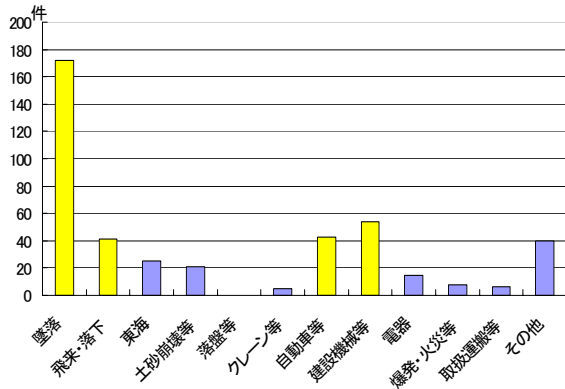


図-2 事故種類別死亡者数

2. 重点項目の取組実態

国土交通省では、現場からの実態調査等に基づき安全対策の問題点の抽出を行っている。この結果をふまえて、墜落事故(足場や法面)・交通事故・建設機械による事故・飛来落下事故が今後の重点項目として提示され、具体的な対応策の検討及び現場での対応が行われている。

2.1 墜落事故

墜落事故については、土木工事等の仮設に利用されている足場からの墜落や河川堤防等の法面からの墜落事故がある。

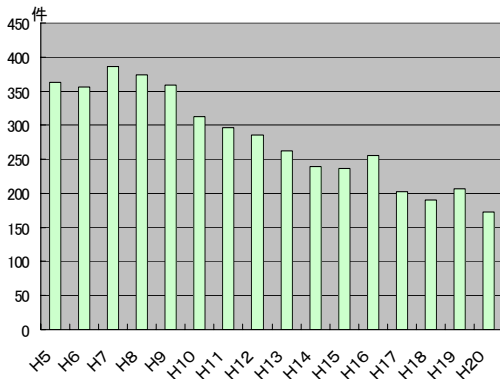


図-3 墜落事故における死亡者数の推移

事故原因は、仮設の点検不備や作業手順に起因するものが多く、具体的な要因としては、足場計画の不備や安全作業遵守意識の欠如、作業手順の不徹底が挙げられている。

墜落事故の防止策としては、問題となる足場計画や作業手順に関して、適切な足場計画の策定と作業手順の周知を図るとともに現場巡視や安全パトロールの徹底を図ることなどがある。安全作業遵守意識の欠如に対しては、

事故事例等に基づく安全教育の徹底・指導、訓練の実施といった対応があり、現場への周知が進められている。

2.2 交通事故(工事現場でのもらい事故)

土木工事における交通事故については、路上作業帯や工事現場内における一般車両からのもらい事故によるものである。

交通事故の要因は、ドライバの脇見運転や居眠り運転によるものが多い。平成13~15年度にデルタクッション設置のモデル工事、平成16~17年度にはドライバへの注意喚起方法と車両の制動を図る方法を組み合わせることによる事故対策実施のモデル工事等が行われたが、これらは「国土交通省通達:平成21年度における建設工事事務事故防止のための重点対策の実施について」に基づいて、発注者及び関係業団体がそれぞれに実施する対策として実施してきたものである。

これらの取組により交通事故の減少が図られており、一定の効果が得られているものと考えられる。

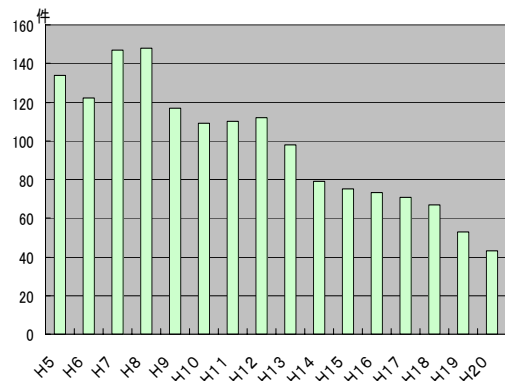


図-4 交通事故における死亡者数の推移

2.3 建設機械による事故(接触事故)

建設機械の事故対策については、土木研究所が昭和51年度より研究を進めてきた。当初は建設機械の転倒防止や搭乗者への安全性の確保を目的とした研究を進めていたが、その後、平成6年度より建設機械(油圧ショベル)と人の接触防止を目的とした研究に発展的に移行した。この研究成果は、建設機械と作業員における接触防止技術として、超音波相互応答(トランスポンダ)の機器開発に貢献した。これは現在舗装工事において使用されている。

平成13年度より、国土交通省における重点項目としての取組が進められており、「国土交通省通達:平成21年度における建設工事事務事故防止のための重点対策の実施について」に基づき「誘導なしではバックしない」といった

ステッカーを貼付し、安全教育と効果的に組合せて、建設機械オペレータの安全意識を高めることや建設機械の接近を知らせる警報装置を有効に活用するような接触防止対策を促すように働きかけるような対策を図っている。

また、建設機械施工を主体とした安全対策検討は、国土交通省（建設施工の環境・安全対策委員会、建設機械施工の安全対策検討分科会：神奈川大学堀野准教授堀野委員長）において取り組まれている。

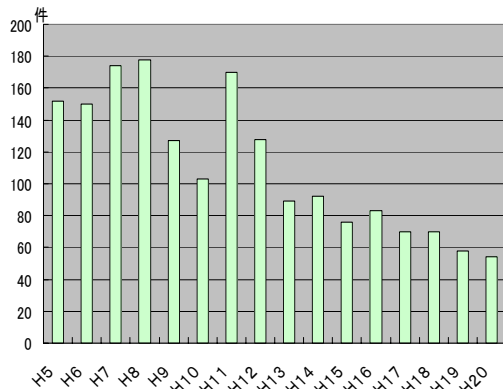


図-5 建設機械を要因とする死亡者数の推移

2. 4 飛来・落下事故

飛来・落下事故については、主に吊り荷の落下による事故が主な要因となっており、平成13～16年度には国土交通省での重点対策項目となった。具体的な対策としては、クレーン機能付きの油圧ショベル使用や移動式クレーン運転士・玉掛業務従事者等に対する再教育を推進している。

事故の主要因には、玉掛け不良・吊り部材の不備・不安全な施工・積み荷不良があり、今後、これらの要因の分析を行い、防止対策の検討を行う必要がある。

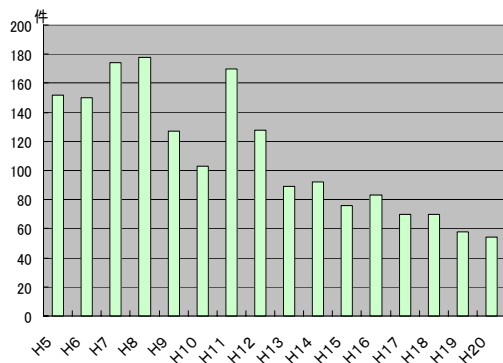


図-6 飛来・落下などによる死亡者数の推移

3. まとめ

3. 1 事故防止対策提案に向けた研究の必要性

土木工事に関わる事故対策として、国土交通省や関係団体等が事故対策に取り組んでいる。事故対策については、事故の実態を調査し、安全設備・機器等の採用、教育の徹底、注意喚起等による対応を図っている。

近年、土木工事における安全対策の推進として、入札契約制度との関連づけも行われ、民間企業の安全対策に対するインセンティブの付与も行われている。具体的には安全活動の評価として、現場での安全に関する創意工夫の成果が工事成績評価の判断材料の一つに採用されている。

国土交通省の最近の調査では、ヒューマンエラーによる事故防止検討として「近道・省略行動」について、起因する代表的な事故事例を分析し、具体的な事故防止対策を検討している。

このような調査によれば、安全設備・機器等の採用、教育の徹底、注意喚起等による対応が進められているものの、事故の発生原因は複数の要因が重複若しくは同時に影響して発生することが考えられることから、事故分析に関して発生要因に関する詳細検討が必要になるものと考えられる。

事故要因を導き出すためには事故分析としては、FTA（故障木解析）、ETA（事象木解析）、m-SHEL、4M5E（原因対応対策式分析）、フィッシュボーン（特性要因図）等の手法がある。これらはの解析手法は原子力・航空・鉄道・プラント等の他分野では用いられており、事故の再発防止に役立っている。

従って、土木工事に関しても、効果的な事故状況に応じた事故要因分析手法に関する検討が必要と考えられる。

この検討によって、より具体的・効果的な事故防止策の提案が可能となることが考えられる。

3. 2 FTA（故障木解析）

故障・事故の発生頻度の分析・信頼性解析に用いられるもので、故障・事故の危険性を理論的に分析する手法である。発生若しくは発生が想定される故障・事故の発生（事象）に対して、発生要因となる事象をトップダウンで解析し、発生要因となる事象の発生確率を求めるものである。

土木工事においては、水門・排水機場など機械設備やダム施工機械などのプラントの故障・事故対策で活用されている。

3.3 ETA (事象木解析)

初期に与えられた事象が作業を進める中でどのように影響していくかを明確化し、事故発生の経緯を追求していく手法である。

事故発生までのプロセスを整理し、事故発生に関係することが想定される事象を抽出することにより、事故に起因する事象を回避することによって事故防止が可能になる。

土木工事においては、足場からの墜落事故に関して、足場設置の計画から設置・運用の各段階での事象を整理するとともに回避策をそれぞれに検討することによって墜落事故を未然に防止することが考えられる。

この解析手法に関しては、土木工事のように発生する事故が墜落事故(足場や法面)・交通事故・建設機械による事故・飛来落下事故といった予め焦点の絞れる事故事象に対して全ての発生要因を分析することが出来ることから、事故防止策を検討するうえで、有効な解析手法と考えられる。

3.4 4M (背後要因)

事故の背後要因として「人(Man)」「機械・機器(Machine)」「環境(Media)」「管理(Management)」があるが、これらの要因に基づき具体的な事故要因の抽出・分類を行う手法である。この手法によって抽出・分類された具体的な事故要因に対して、対策を導き出すことによって事故防止を図る手法である。

この手法は、発電設備や工場施設(プラント)において利用されるケースが多く、原子力発電設備では、4Mによる事故要因の抽出・分類に対して、5E分析によって事故対策の立案を図る手法が採用されている。

具体的には、業務遂行のために必要となる能力や意識を向上させるための方策(Education)、安全性を向上させるための設備や方法に関する技術的な方策(Engineering)、業務を確実に遂行するための強化・徹底に関する方策(Enforcement)、具体的な事例を示す方策(Example)、物理的な作業環境を改善する方策を事故要因1つに対して1つの対策を当てはめるものとしている。

同様な手法として「mr-SHEL」がある。

背後要因の抽出・分類により事故防止策を解析していく手法に関しては、ETAに比べて墜落事故(足場や法面)・交通事故・建設機械による事故・飛来落下事故などの事故事象に対してそれぞれ事故分析手法マニュアルが整備しやすく、広く安全対策に寄与できるものと考えられる。

3.6 フィッシュボーン (特性要因図)

ダイアグラム等とも呼ばれている手法で、集団思考(ブレインストーミング)によって事故原因の主原因となる特性を設定する際に用いる手法である。

土木工事に関しては、発生する事故の要因を経験者によって整理し、主要因から関連する要因を系統的に図示することが可能となることから、問題となる要因の絞り込みに有効な手法と考えられる。

4. 今後の展望

現在までの土木工事に係る事故防止策については、統計的な手法によって発生要因となる要素を抽出・分類した後、主要因に対して有効と考えられる対策を提案・実践し、一定の効果を上げてきた。その一方で、事故発生件数は下げ止まりの傾向を示してきており、従来型の分析とそれに基づく対応では限界という声も聞かれる。

今後は、3. で述べたような他分野で活用が進んでいる科学的な分析の採用を視野に入れ、分析結果に基づく事故対策として、事故に関連する要因からの防止対策を適切に実施する必要があるものと考えられる。

本研究方針研究では、土木工事における事故の実態と安全対策に関する取組を調査・検討した。また、更なる研究の余地、土木工事以外の分野で取り組まれている事故分析手法についても調査・検討を行った。

今後はこれらの分析手法の適用性を調査し、その結果に基づく効果的な原因分析とそこで特定される原因に対応する安全対策新技術を活用出来るよう、さらなる保安技術の開発・研究の必要性があるものと考えられる。

参考文献

- 1) 建設業労働災害防止協会「建設業における労働災害発生状況」
http://www.kensaibou.or.jp/data/statistics_graph.html
- 2) 労働力調査 政府統計の総合窓口
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001029663>
- 3) 建設業労働災害防止協会「H21年版建設業安全衛生年間」
- 4) 建設工事事故対策検討委員会資料(第23,24回)
- 5) 建設施工の環境・安全対策委員会, 建設機械施工の安全対策検討分科会
- 6) ヒューマン・エラーの科学:失敗とうまく付き合う法, 村田厚生, 日刊工業新聞社
- 7) (財)原子力安全技術センターホームページ
<http://www.n-iinet.ne.jp/Manual4M5E.pdf>