

自然災害からの復旧・復興工事安全対策特別部会

東日本大震災からの教訓

—安全意識の伝承について考える—

政策研究大学院大学

客員教授

徳 山 日出男1

災害時協力協定は、現代版の石碑

—東日本大震災後の(一社)仙台建設業協会の取り組み—

(一社)仙台建設業協会

会長

深 松 努5

震災に係る復旧復興工事労災防止支援センターの活動と見えてきた復旧工事の安全対策の課題

建設業労働災害防止協会 宮城支援センター

専門役

菅 野 吉 郎7

現場特性を考慮した安全対策の特化

—自然災害への対策と実施内容について—

(株)橋本店 建築部 工事課

主任

津 場 一 誠11

大規模堤防工事の安全対策について

戸田建設(株) 東北支店

戸田・浅沼・三浦 JV

津谷川外河川災害復旧工事(その4) 作業所長

一之瀬 敦 史15

釜石市中央ブロック復興整備事業での安全衛生管理活動について

—特に取り組んだ安全対策と効果—

(株)熊谷組 東北支店

釜石中央工事所 統括所長

安 間 正 明19

ひとつひとつ心を込めた建物解体

—あいで心をつかむ—

鹿島建設(株) 東北支店

平成29年度富岡町汚染廃棄物対策地域における被災建物等解体撤去等工事(その2)

鹿島・三井住友・飛鳥特定建設工事 JV 工事事務所 所長

古 川 栄 治26

災害復旧工事における労働災害と土砂崩壊による被災防止の研究

(独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所

労働災害調査分析センター センター長

玉 手 聡29

北海道胆振東部地震に関連する緊急対策工事での安全対策について

—ICT 施工等により安全を確保—

岩田地崎建設(株) 北海道本店 土木部

次長

碓 井 裕 介36

施工中の異常気象による災害発生リスク低減の取り組み

—大河川橋梁工事における災害防止の工夫—

清水建設(株) 北海道支店 土木部
 中島橋作業所 工事長 北 村 裕40

くずは か りゅうさんぶくこう
 葛葉下 流 山腹工における安全対策の取り組みについて

北陽建設(株) 工事部
 課長補佐 小 林 信 敬44

雲仙地区特有の安全対策と ICT/IoT の活用事例

—ICT/IoT を活用した安全管理と省力化—

(株)吉川組
 赤松谷川 2 号導流堤嵩上げ工事 監理技術者 満 尾 裕 也47

東日本大震災からの教訓

—安全意識の伝承について考える—

政策研究大学院大学

客員教授

徳山 日出男

第57回全国建設業労働災害防止大会が、新型コロナウイルスの影響で Web 開催となりましたことは、皆様方に東日本大震災の被災地を訪れていただきたと考えていた私どもにとって、誠に残念なことでありました。ただ、コロナウイルスもいわば災害のようなもの。コロナ禍の中で、私たちも貴重な経験をし、多くの教訓を得ました。この教訓をどのように伝えて将来に生かしていくかという課題はどちらも共通ですし、それは本大会の趣旨である労働災害防止という観点にも通ずるところがあるものと思います。直接お目にかかってお話できないことは残念ですが、こうして大会資料集でお伝えできることを大変ありがたく思っております。

1. 日本は災害列島

2011年の東日本大震災から早10年が過ぎようとしています。その間も、2014年の広島土砂災害や御嶽山噴火、15年の関東・東北豪雨、16年の熊本地震、さらに17年の九州北部豪雨など大規模な自然災害が相次ぎました。さらに、2018年は「災」がその年の漢字に選ばれたほどの災害の年でした。大阪北部地震、西日本豪雨、関西空港が浸水した台風21号、北海道胆振東部地震と、災害が相次ぎました。この年の災害による国内の死者は419名。この数字は平成に入ってから二度の大震災を除けば最大であり、2018年は記憶に残る災害の年となりました。2019年も関東を襲った台風15号、東北に被害をもたらした台風19号が記憶に新しいところですし、今年も九州各地で大雨の被害が出ています。

しかし、日頃我々が災害を身近に意識することはほとんどありません。1959年（昭和34年）まではほぼ毎年災害による死者が1,000人を超えており、昭和34年の伊勢湾台風一つで5,098人が死亡した頃と比べれば災害安全度は格段に上がっています。高度成長期に河川堤防や地すべり対策などの災害対策は進捗し、特別な大災害を除けば年間の死者数が1,000人を超えることはなくなっています。災害死者数は自殺者や交通事故死者数よりも少なくなり、我々は「災害にあったのは運の悪い人」「まさか自分がそうなることはない」という意識になっ

ています。しかし、災害死者数419人は2018年の世界ワースト4位にあたります。災害被害額については毎年世界のトップクラスですし、やはり我々は「災害列島」に住んでいると言わざるを得ないようです。

2. 災害伝承の難しさ

確かに一定規模の災害はかなり防げるようになってきました。しかし、この結果、逆に災害に対する意識が薄れ、心構えのないままに大災害に直面するケースが増えています。10年に1回の水害は堤防が守ってくれても、100年に1回の水害となるとそうはいきません。「低頻度大災害の時代」になっているのです。「まさか自分が被災するとは思わなかった」「40年も住んでいて一度もなかったのに」が繰り返されることになる所以です。

2018年7月の西日本豪雨でも同じことが繰り返されました。大規模な土砂災害で16名が死亡した広島県坂町小屋浦地区で、警察の方が行方不明者の搜索をする写真を見て驚きました（写真－1）。搜索している広域緊急援助隊の脇に「水害碑」というのが建っているではありませんか。111年前（明治40年）にここで土砂災害があり、44名が亡くなっているということです。石碑には、災害の原因となった気象条件とそれにより発生した洪水・土石流被害について書かれていました。このことを伝えたいと思った先祖の願いは、111年を経ては伝わりませんでした。



写真－1 広島県坂町小屋浦地区での行方不明者の搜索（大阪府警察撮影）

また、同じく2018年の西日本豪雨で51名の死者を出した岡山県倉敷市真備町でも、深さ4m近い洪水を受けた源福寺に残された供養塔が、災害後に注目を集めました(写真-2)。この地区は125年前(明治26年)の水害時に384世帯のうち19棟を残すのみという壊滅的な被害を受けていて、供養塔はその時に亡くなった200人以上の犠牲者を供養するためのものでした。供養塔の高さは4m。洪水の水深を子孫に伝えるために設計され、今回もそのとおりの洪水に見舞われましたが、ここでも先祖の思いは伝わりませんでした。



写真-2 岡山県倉敷市真備町、源福寺の供養塔
(国土交通省撮影)

災害が起きた場所を調べてみると、多くの場合、歴史上初めてではなく過去にも繰り返し起きていることがわかります。ハザードマップが正確なことも知られるようになってきました。過去の災害の知識があれば被害を避けられるケースが殆どと言っても過言ではないでしょう。ただ、「低頻度大災害の時代」に教訓を伝えることは至難と言わざるを得ません。

3. 「世界リスク報告書」の衝撃

安全保障面でも平和ボケなどと言われることがありますが、我々は日本が災害列島であるということを忘れてしまっているようです。

改めて世界の中での日本の災害のレベルを調べてみると、思い知らされる事が多くあります。まずは地震。日本の国土面積は世界の0.25%に過ぎませんが、世界で発生するマグニチュード6.0以上の地震の約2割が日本周辺で起こっています(図-1)。津波については世界の津波の約3割が日本近海で起こっていると言われます。日本にいと地震が起きることは当たり前と思っていますが、世界的には大地震が起らないところのほうが普通です。

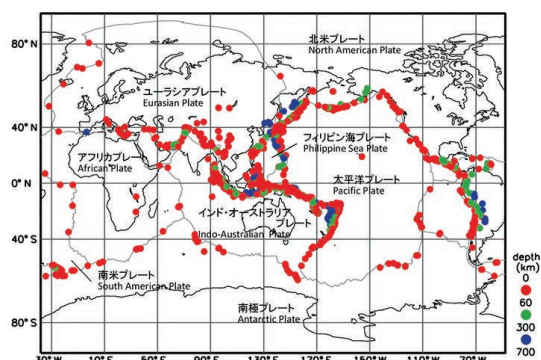
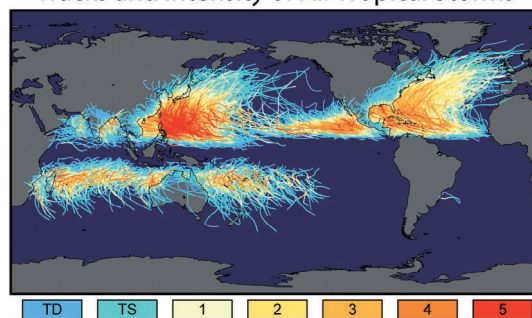


図-1 世界のマグニチュード6以上の地震の分布
(2006-2015) 作成: 気象庁

台風についてはもっと集中しています。図-2は、過去約150年間の台風(地域によってハリケーンなど名前は違いますが)の軌跡を世界地図に落としたものです。陸上では水蒸気が供給されなくなるので台風は育ちません。海上でも寒流が流れている海では同じくエネルギーを得ることができません。太平洋の南東部や大西洋南部では南極からの寒流のせいで台風はほとんど発生できません。また、意外なのは赤道付近の低緯度帯です。赤道付近では地球の自転に由来するコリオリの力が働かないので水蒸気の雲が渦を巻くことができず、台風にはなりません。地球上ではそもそも台風に襲われる場所のほうが少ないのです。図のように(カラーでないので、台風の強さを表すシンプソン・スケールの色分けがわかりにくいと思いますが)レベル5という巨大台風が常襲するのはフィリピン、台湾と日本だけと言ってもいいくらいです。

Tracks and Intensity of All Tropical Storms



Saffir-Simpson Hurricane Intensity Scale
図-2 過去150年間の世界の台風の軌跡
(1851-2006) <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=7079>

こうした世界の災害リスクについて、総合的、客観的に評価したレポートがあります。毎年、国連大学が発表している「世界リスク報告書」です。世界171カ国を対象に、海面上昇、地震、津波、台風などの自然災害を受けるリスクを評価したのですが、日本はワースト4位とされています。これまでに整備してきた堤防などの防災インフラや医療のレベルなどの高い対処能力を加味してもワースト17位(2016年版)とい

う評価です。我々はそんな過酷な環境に生きているのかと驚くこと自体、すでに平和ボケしていると言うことでしょう。

4. 求められる「防災意識社会」

一方、「世界リスク報告書」をみて勇気づけられることがあります。171カ国の中でG8に属する先進国がどの位置にあるかという、日本以外の7カ国はすべて119位以下、つまり災害リスクの少ない下位30%に収まっています(2016年版)。経済発展してきた主要国は災害リスクの少ない有利な条件の国ばかりです。これを見ると日本という国の特殊性がわかります。災害リスク上位10%という最も不利な条件下にもかかわらず、永年の努力によってそのハンデを克服してきたのです。日本は災害列島であると同時にそれを克服してきた稀有な国として、防災の知識を世界に伝える使命があると考えます。

ところが、あまりに過酷な災害環境に生きてきたせいでしょうか、日本人の「風化させない」意識は「教訓」よりも「鎮魂」にウエイトがあります。これは、日米の災害報道を比較するとよくわかります。日本では、東日本大震災から10年近くがたった今でも悲惨さと鎮魂の報道が中心ですが、米国の報道は少し違います。例えば竜巻に襲われた小学校のニュースでは、前半は被害を受けた小学校のレポートなのですが、後半はトーンが変わり、地下シェルターを準備していた小学校では人的被害が出なかったというレポートに変わります。彼らは鎮魂と同等かそれ以上に、サバイバーに興味があるのです。東北の被災地でも伝承施設のオープンが相次いでいます。悲惨さを伝えるだけでなく、我々が災害列島に住んでいることをきちんと認識し、自らの災害リスクと対処についての知識を理解する「防災意識社会」につながる取組が求められます。

5. 「3.11伝承ロード」の取組

昨年5月、「3.11伝承ロード」という取組が始まりました。東北の被災地に存在する数百箇所の遺構(津波被害の碑、奇跡の一本松、被災した小学校など)と、数十箇所の伝承施設をネットワーク化し、教訓を風化させずに伝えていくというプロジェクトです(図-3)。8月には、民間主導で伝承ロードの構築と運営を支援する「3.11伝承ロード推進機構」(代表理事=今村文彦 東北大学災害科学国際研究所長)も設立され、名実ともに産学官民一体で取り組む体制が整いました。すでにマップやパンフレットのほか、統一的な案内標識(ピクトグラム)も作成

され、国道などへの設置が順次、始まっています。9月には、伝承施設としても最大規模の「高田松原復興祈念公園」とその中の「東日本大震災津波伝承館」もオープンし(写真-3)、実際に伝承ロードを巡る研修ツアーも昨年のうちに二度、試験的に実施されています。



図-3 3.11伝承ロード概要
出典：3.11伝承ロード推進機構



写真-3 「高田松原復興祈念公園」と
「東日本大震災津波伝承館」

コンセプトは、「教訓が、いのちを救う」です。大災害であっても、人間の知恵・技術・行動によって、命を守り、乗り越えることができるのです。現地に足を運び、遺構や伝承施設を見学し、語り部たちの話に耳を傾ければ、多くの事実や教訓を、現実感をもって学び取ることができます。そうして、3.11が決して「人ごと」ではなく、「自分ごと」の問題であることに気づくはずで、また、東日本大震災では建設業の活躍ぶりが話題になりました。伝承ロードを巡っていただくことで、健全な建設業は地域の備えの中核であることも実感していただけることと思います。

6. 国土交通省が伝える教訓

教訓の中身について、少しお話ししたいと思います。ただ、国の機関、自治体、建設業界、企業、学校、個人、などいろいろなレベルで膨大な教訓がまとめられており、全体をお伝えすることは簡単にはできません。ぜひ、皆様方の問題意識で「3.11伝承ロード」を訪れて確認していただきたいのですが、ここでは、国土交通

省が職員に対して研修で伝えている教訓のさわりを書いてみようと思います。

大震災から一年くらいがたった時に、当時の東北地方整備局で教訓を書き残そうということを企画しました。この後首都直下地震も起きるかもしれない。いや、かもしれないじゃない、必ずいつか起きるし、東海、東南海、南海の津波だって起きる。我々はその教訓を、次に経験するであろう彼らに残さないとダメなのではないかと言って、経験知を書き残そうというプロジェクトを始めました。それは「東日本大震災の実体験に基づく災害初期指揮心得」というテキストとなり、現在も国土交通省の研修テキストとして使われています。

こうした教訓集を残そうとした最初の思いは、防災業務計画が結局役に立った印象がなかったということでした。どうしてかな、と思いましたら、よく文章は5W1Hを書けていますね。防災業務計画に書いてあるのは4Wだけなのだとすることに気づいたのです。When、Where、Who、What。いつ、どこで、誰が、何を。この4つは書いてある。その後記録としてまとめたものにも、何月何日に堤防復旧したとか、この道をあけたとか、要するに達成した結果だけが書いてある。これは教訓としては使にくいものです。

5W1Hの残る二つはHowとWhyです。どうやってやったのか、そういうやり方しかできなかったのはなぜなのかというのは、ケースバイケースですので普通の防災計画やマニュアルではなかなか書けない。結局、そのHowとWhyこそ一番書き残すべきことではないかと考えたのです。書いていくと「これはノウハウである」と言えるものの密度が最初の一週間が極端に濃かったのです。要するに一週間たてば落ち着いてくる。最初の一周間をどう乗り切るのか。そこが一番シビアであって異例のことにすることになるからということで、結局初期期のしかもその指揮官の決心の問題なのだということが分かりました。

実際に、最初の一時間は情報がまったく上がってこないものです。最初に情報はないけれども、まずどういふことをやるのかの指示を冷静に考えるのは最初の一時間しかないというのが最初の教訓です。決心をしなければならぬ。しかし、情報は足りないのだけれども、楽観的に準備をしてはだめだと。Prepare for the worstというのが鉄則だということ。特に、日本人の美学というのは大げさを嫌う。やりすぎとか、無駄になったとか、あんなに大量に動員したのにお前のそれは見込み違いで随分無駄足を踏まされたというのを嫌がる。しかし、危機管理は

やっぱり「早く大きく構えろ」というのが、非常に重要であると考えています。危機にあたっては、無駄を恐れず早く大きく構えるのが重要であるというのが、国土交通省が教えている最大の教訓です。

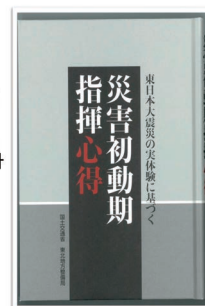
関東大震災の時に亡くなった方の87%は焼死です。阪神淡路では83%が圧死である。東日本大震災では92%が溺死である。災害ごとに全く様相が違いますので、どのように備えようが結局、局面がまた違うことが起きる。よく武道などで守破離などと言います。型を習って、つまり教訓を身に着け(守)、さらにそれを超越して(破)、教訓を自由自在に応用できる境地(離)を武道では大事にしています。訓練をしっかりとらいいけれども、必ず訓練にはないことが起きるので、それにどう臨機応変にするのかという心構えをもっているように、そういう職員が何人いるかが我々の究極の備えなのだとすることを、教えています。これは建設現場も同じなのではないかと思うのです。やっぱり現場というもので色々なことをやっていくと、机の上では思いもしなかったことに出くわす。それに対処していくことで身につくのではないかと思います。

この「東日本大震災の実体験に基づく災害初期指揮心得」は、当時は内部資料として公開されていませんでしたが、現在ではネット上に公開されていて、皆さんもご覧になることができます。ご興味があれば、それをご覧いただきたいと思います。

東日本大震災の実体験に基づく災害初期指揮心得

本書とりまとめの意図

1. 東日本大震災を経験した者にしかわからない「経験知」を関係者と共有
2. シナリオのない、最もシビアな決断を迫られる最初の1週間を乗り切る指針
3. 地方整備局各クラスの「指揮官」が心得ておくべき指針



7. おわりに

コロナ禍がなければ、今回の全国大会において皆様方にも体験していただくプログラムを予定していたのですが、実現せず残念です。落ち着きましたら、ぜひご家族、ご友人と、あるいは組織の研修会としておいでください。日頃忘れがちな、災害や安全についての意識を研ぎ澄ます良い機会になることを期待しています。

〈照会先〉「3.11伝承ロード推進機構」

<http://www.311densho.or.jp/>

災害時協力協定は、現代版の石碑

—東日本大震災後の(一社)仙台建設業協会の取り組み—

(一社)仙台建設業協会

会長 深松 努

東日本大震災は、未曾有の大災害でした。

仙台市と当協会は、平成3年に「災害時における応急措置の協力に関する協定」を締結しておりました。

発災直後、当該協定により災害応急措置協力会本部を立ち上げ、組織表に基づき会員各社の所在地によって割り振った仙台市内と、隣接する黒川地区を合わせた6つの作業隊及び、建築隊によって、まさに未曾有の必死の作業を開始しました(写真-1)。特に発災前年に当該協定による合同訓練を行っていた区においては、素早い初動活動を展開できました。



写真-1 発災直後の災害対策本部※1

発災後約2週間の緊急応急出動期は、避難所の安全点検や道路・ライフライン危険箇所の応急復旧、道路啓開、及び行方不明者捜索に係るがれき撤去等を行いました。第2段階の約1か月は、各区の部隊編成期で、道路がれき撤去隊、がれき搬入場造成隊を組織しました。仙台市内のがれき処理が本格化する第3段階は、広域災害復旧部隊編成期で、宅地がれき撤去隊、農地がれき撤去隊、仙台港周辺地区がれき撤去隊、損壊家屋等解体撤去隊及び、損壊ブロック塀・山がれき撤去隊を組織し、発災の年末までに撤去を完了させました。

一方がれき処理においては、通常の4年分のごみ処理量に相当する震災がれきが発生した仙台市でしたが、後に「仙台方式」と言われる独自のやり方でスピードアップを図ることができました。この方式では、まず作業者の役割分担を徹底。仙台市と民間が一体となり、がれきを収集・分別・焼却するためのがれき搬入場を整備しました。次にがれきを一次仮置場にそのまま持ち込むのではなく、現場であらかじめ可燃物、不燃物、資源物に粗分別しました。この点においても当協会の会員は、その趣旨を理解し役割を徹底遂行しました。

震災復旧後、行政との一層の連携を目指し、仙台市と災害時の各種協定を締結しました。

平成26年6月に「避難所等の応急危険度判定に関する協定」を締結し、発災直後に担当する避難所等の安全確認を迅速に行うこととしています。同年12月に「道路の除雪・排雪等に関する協定」を締結し、バス停付近の除雪や、路線バスの運行に支障となる箇所の排雪等を組織的に行うこととしています。また平成27年12月に(一社)日本自動車連盟宮城支部とともに、「車両等の移動に関する協定」を締結し、緊急輸送を担う道路等の円滑な通行を確保することとしています。

先の大震災時にながれき撤去を強力な連携で行った宮城県解体工事業協同組合と宮城県産業廃棄物協会(現在:産業資源循環協会)仙台支部との三団体で、平成27年9月に「災害時の相互協力に関する協定」を締結し、行政当局からの要請や資機材等の過不足などの情報交換をすること、そしてその情報交換を定期的に行うこととしています。この三団体ではその後連携の一環として、特に災害廃棄物処理の情報を提供するため、及び「解体」「産業廃棄物」「建設」三業界の連携の重要性を発信するため、Q&A形式の小冊子「役に立つ! 災害廃棄物処理の初動期活動~東日本大震災の実体験から~」を作製し全国に配布しました(写真-2)。



写真-2 冊子
「Q&A 役に立つ! 災害廃棄物処理の初動期活動」

さらに発災当日あるいは翌日には発生する災害廃棄物の迅速な処理ため、より一層行政と連携が必要なことから、平成30年4月に仙台市を含めた四団体で、「仙台市における災害廃棄物の処理等の協力に関する協定」を締結しました。

東日本大震災から我々は多くの教訓を得ました。その後も大雪や豪雨の災害を経験し教訓を得ました。教訓の柱は、防災、減災、復旧のため関係する主体と顔の見える関係を築き目に見える形にすること、そして維持することです。古くは教訓を多くの石碑に刻み、後世に伝えようとしてきました。刻み込まれた先達の言葉から、次世代の人間は学びました。しかし、時間の経過とともに、動かぬ石碑の文字を敢えて読み取ろうとしなければ、その教訓は後世の人間の心に届かず、同じ過ちを繰り返した部分があったのも事実です。

この多くの教訓を我々が後世に伝えることは、今後も発生が予想される各種自然災害や都市型災害に対するハード・ソフト両面の防災、減災、復旧のため、大震災をはじめ災害を経験した者の責務と考えました。

そこで、従来の石碑が静的かつ受動的な教訓だとすれば、被災後積極的に締結した各種協定は、「現代版の石碑」であり、動的かつ能動的な教訓であり続けるものと考えております。

協定に基づく定期的な訓練、情報の交換・伝達、あるいは研修により、災害本体や防災・減災・復旧等に関する知識と技術の確認・伝承が

できます。ひいては、教訓を仙台、東北、そして他地域の今後に生かしていただき、次世代に継承することが、我々の責務であると同時に、先の大震災時に他地域より助けていただいたことへのご恩返しと考えております。

また、ひとつの災害で同時に被災地にならない離れた地域間の相互援助として、平成30年9月に浜松建設業協会と相互援助協定を締結しました（写真-3）。締結までの協議では、東日本大震災の経験を基に、「災害時協力協定は、現代版の石碑」の精神と、それに基づく五原則を確認しました。

すなわち、①通信手段は、すべて途絶える最悪の状況を前提とし要請の有無に関わらず出向く ②どんな災害であれ、応急措置に必要な不可欠な燃料・資材を持って出向く ③被災地における集合場所を決めておき、援助される側は宿泊場所を確保しておく ④人命第一の作業は、無償で援助する ⑤援助する側・される側は、ともに顔の見える関係をつくり維持する、です。

さらに、相互援助協定の補完として当協会は、燃料会社及びホテルとそれぞれ覚書も締結しました。



写真-3 浜松建協と災害時相互援助協定を締結※2

一昨年の西日本豪雨、昨年の令和元年東日本台風（台風19号）豪雨による被害がまだ記憶に新しいところですが、広域的な災害となると近隣地域同士で援助することがいかに難しいか、図らずもこの相互援助協定の意図することが明らかになりました。

近年の自然災害は、激甚化、常態化、広域化しています。「仙台と浜松の相互援助協定」が契機になって、相互援助が広がり、広域的に迅速な復旧につながることを望んでおります。

《出典》

※1 (一社)仙台建設業協会『3.11東日本大震災 仙台建設業協会激闘の記録』, P107

※2 (一社)仙台建設業協会『仙台建設業協会 創立30周年記念誌』, P43

震災に係る復旧復興工事労災防止支援センターの活動と見えてきた復旧工事の安全対策の課題

建設業労働災害防止協会 宮城支援センター

専門役 菅野 吉郎

1. はじめに

平成23年3月11日に発生した東日本大震災に係る復旧・復興工事に対して、建設業労働災害防止協会では、厚生労働省の委託事業である「東日本大震災に係る復旧工事安全衛生確保支援事業」を受託しました。直ちに岩手県、宮城県、福島県の被災3県に対し、「震災復旧復興工事労災防止支援センター（以下、「支援センター」という。）を立ち上げ「震災の復旧・復興工事への安全衛生支援」を実施してきました。平成28年には熊本地震に対する支援センターが加わり、現在、「4支援センター」体制で活動しております。

早いもので東日本大震災から9年半が経過しようとしておりますが、その間にも大きな自然災害が発生しております。

近年では平成30年7月豪雨災害、令和元年東日本台風災害、そして、令和2年7月豪雨災害と毎年大きな自然災害が発生しており、災害の規模も年々大きくなってきております。

日本は災害の多い国であり、これから大きな自然災害の多発が想定されます。

本報告では、このように多発する自然災害に対する「復旧・復興工事への安全衛生支援」に関して、震災に係る労災防止支援センターの活動実績等を踏まえ、今後の自然災害に対する復旧工事の安全対策の課題について考えてみました。

2. 復旧・復興工事安全衛生確保支援事業の活動

(1) 支援センターの活動実績

表－1 宮城支援センターの活動実績

宮城支援センター		東日本大震災及びH28年熊本地震に係る復旧・復興工事安全衛生確保支援事業の実施状況									
		平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	累計
現場巡回指導（事業場数）		563	523	623	814	827	856	930	674	512	6,322
安全衛生教育	基礎的な安全衛生教育（人） （H23-27年度新規参加者等教育）	1,061	1,736	1,040	1,026	1,039	1,387	746	542	563	9,140
	専門工事業に求められる安全衛生教育（人） （H25年度職長等に対する安全衛生教育）			463	432	493	469				1,857
	管理監督者等に対する安全衛生教育（人）			349	308	188	255	411	269	203	1,983
	教育受講者合計（人）	1,061	1,736	1,852	1,766	1,720	2,111	1,157	811	766	12,980
	ワンポイント安全衛生教育（人）					（注）	3,788	1,901	1,327	1,427	8,443

（注）平成27年度ワンポイント安全衛生教育の実施状況は、上表の集計には含めていません。

表－2 4支援センターの活動実績

4支援センター合計		東日本大震災及びH28年熊本地震に係る復旧・復興工事安全衛生確保支援事業の実施状況									
		平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	累計
現場巡回指導（事業場数）		1,049	1,648	1,965	2,473	2,538	2,677	2,920	2,405	1,877	19,552
安全衛生教育	基礎的な安全衛生教育（人） （H23-27年度新規参加者等教育）	2,691	4,772	2,832	2,854	2,792	3,494	2,926	2,266	1,433	26,060
	専門工事業に求められる安全衛生教育（人） （H25年度職長等に対する安全衛生教育）			923	1,501	1,548	1,335				5,307
	管理監督者等に対する安全衛生教育（人）			815	882	797	1,206	1,584	1,049	661	6,994
	教育受講者合計（人）	2,691	4,772	4,570	5,237	5,137	6,035	4,510	3,315	2,094	38,361
	ワンポイント安全衛生教育（人）					（注）	12,225	8,361	7,438	6,894	34,918

（注）平成27年度ワンポイント安全衛生教育の実施状況は、上表の集計には含めていません。

(2) 「宮城支援センター」における活動の変遷

支援センターの活動は、被災地の場所、地形、規模、被災型、支援対象、発注者、関係団体等々、各県のおかれた状況により一様ではありません。また、復旧・復興工事の進捗によっても支援センターの活動は変遷してきました。

① 震災直後の支援

震災直後の6月に支援センターが設置され、7月から本格的に活動が開始されました。当初の支援活動の内容は以下のとおりですが、我々の存在が浸透しておらず、現場巡回や教育等の依頼が来ないのではと危惧していました。

<支援活動の内容>

ア. 現場巡回指導

イ. 安全衛生教育（新規参入者等、職長、管理監督者を対象）

ウ. 安全衛生相談

当時、被災地である宮城県の沿岸部は道路と港の啓開作業や破損建築物の撤去集積作業で大量の重機（グラップルとダンプトラック等）が動き回っていました。

通常の工事現場にある事務所や休憩所もなく、何からどのように支援するのかもわからず、手探りの状態で支援活動を開始しました。

まずは、状況把握に努めましたが、道路が大渋滞で思うように現場に行くことができない状況でした。また、昼食をとる食堂やコンビニもほとんどなく、やっと手にしたおにぎりを巡回車の中で食べようと車の窓を開けた途端に大きなハエが飛び込んで来る始末で、食事も満足にできない状態でした。

復旧・復興工事は緊急を要する工事であり、全員が忙しく作業に従事されています。その中における現場巡回指導においては、休憩の合間を狙って作業グループに直接声かけして慰労するとともに、災害事例集や標識を配布しながら、困りごとを引き出してアドバイス等を行い、防じんマスクや手袋等の保護具についても一人一人の作業員に配布し装着の実演を指導する等の支援活動を実施していました。

また、安全教育においては、現場の状況に合わせ、例えば、海岸防潮堤工事では、ブルーシートの上に座っての教育（すだれで熱中症対策実施）（写真－１）や、土砂運搬が輻輳している地域において、協議会と打合せ合同でダンプトラック運転手を対象に被災した体育館の中で安全教育を実施したこともありました（写真－２）。



写真－１ 海岸防潮堤工事現場で安全教育



写真－２ 被災した体育館で安全教育

また、復旧・復興工事には緊急性が求められる、労働安全衛生法違反の作業を目にすることが多々あり、声かけを行って注意をしました。しかし、2階の屋根上で墜落防止対策が一切なく、保護具の着用もない状態で撤去した瓦をダンプトラックの荷台に向けて投げつけている作業のように、だれが見ても死亡災害に直結するような悪質な法違反作業はやめさせることしか方法はありません（写真－３）。



写真－３ 墜落防止対策のない法違反作業

このような場合、支援センターには作業を止めさせる権限がないため、行政の担当者に写真等で現状を説明し、発注者の立場で安全講習会を主催していただき、支援センターが講師を務めて安全教育を実施することが多々ありました。しかし、大多数の現場では安全教育の時間をとることができないくらい忙しかったので、小グループで

の短時間教育を実施していました。この短時間で、その場でやる教育は後に、支援センターの活動の柱になっているワンポイント教育に繋がりました。

② 工事の大型化

徐々に落ち着きを取り戻してきて、多数の工事が発注されると、今度は不適格業者の落札で施工不良等のトラブルが発生しました。また、元請の職員不足が深刻になり工事の掛け持ちの規制が緩くなったり、一つ一つの工事を大型化することによって契約上の職員不足の解消が図られました。しかし、現実的に職員不足は解消されず派遣職員で対応しているのが現状でした。協力業者においても作業員不足で対応できず他県業者を多く受け入れていました。

また、発注者においても同様に監督職員不足を臨時職員で対応したり、他県からの監督職員の応援を得て対応していました。このようなことにより、施工上のトラブルが多く発生しました。また、安全管理上においても責任の所在等が不明確となるなど多くの問題が潜在していました。

この頃になるとゼネコンの大型工事においては自社の管理が充実したため、支援センターの現場巡回が断られるようになってきました。

支援センターの活動としては地域の安全協議会等と一体となった活動が増えてきました。

③ 木建工事に対する支援

木建工事に対する支援は、地域の木建委員会と一体となって現場巡回を実施してきましたが、責任者不在で指導する相手がいなかったり、一人親方等で施工体制が明確でなかったり、足場についての管理はだれがやるのか不明確など、木建特有の問題があり思うように改善されていないと感じています。

④ ワンポイント安全衛生教育

震災当初、現場での安全教育は忙しくて時間がとれないため、実施は無理とされていました。しかし、小グループで短時間であれば無理なく実施することが可能です。

また、取り組みによる教育効果も大きいことから、平成27年に「あなたを守るポイント」の資料が作成されるとともに様々な工種の現場においてワンポイント安全衛生教育が実施されるようになりました。「あなたを守るポイント」の工種は、現在17工

種に増えて広がっております(写真－4)。



写真－4 ワンポイント安全衛生教育導入前の現地での安全教育

表－3 ワンポイント安全衛生教育受講者の推移

	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元 年度
4 県合計 (人) (注)	4,903	12,225	8,361	7,438	6,894
上記の内、 宮城県 (人)	1,566	3,788	1,901	1,327	1,427

(注) 平成 28 年熊本地震について、平成 28 年度から熊本県を含めています。

⑤ 行政及び発注者との連携

支援センターでは、震災直後から支援センターの活動を効果的に実施推進するためには、行政と発注機関、関係団体等との連携が不可欠と判断し、労働局はもとより、労働基準監督署、国土交通省、県、沿岸の市町村、関係団体等に足を運び支援センターの周知に努力しました。

また、建災防本部からの各関係機関に対してのダイレクトメールや、朝の出勤時のラジオ CM での周知等もあり、作業員の方から声をかけてもらえるまでになり、支援センターの活動はみんなに認知されるようになりました(写真－5)。



写真－5 ラジオ CM の制作状況

現在は、各地区の災防団体の安全パトロールや、安全講習会等に参加させていただいており、支援センターの活動にも有効に反映させています。

＜宮城支援センターと行政及び発注者と一体となった活動＞

- ・各地区協議会パトロール（労基署、区市町村）
- ・発注担当講習会の講師（労基署、区市町村）
- ・施工業者講習会の講師（労基署、区市町村）
- ・国交省のパトロール（各地区安全協議会）
- ・木造建築物パトロール（木建委員会）

3. 支援活動に当たっての心構えと課題

日本は災害の多い国であり、今後も自然災害の発生が予想されています。ここでは支援活動に当たっての心構えと今後の課題について、考えてみました。

＜支援活動をするに当たっての心構え＞

- ① 法違反を取り締まるのではない
災害復旧・復興工事は初期の段階ではガレキ撤去作業や家屋解体作業が多く、法遵守での作業ができていないことが多いが、支援活動に徹することが必要。
- ② 巡回指導員は事故や災害にあわない
被災現場には多くのリスクが潜在しているので、危険が感じられる所には近づかない。
- ③ 現場状況の周知と情報交換が必要
労働局、労働基準監督署、工事の発注者（国・県・市・町）、関係団体等、様々な関係者に対して、こまめに訪問し現場状況の周知や情報交換をすることが信頼を獲得することになり支援活動の充実に繋がる。
- ④ 繰り返し継続的に支援する
現場では、同じような危険作業をしていることが多いが、あきらめないで根気よく声かけ指導することが必要。
- ⑤ 気力と体力が要求される
支援活動は、作業現場の様々な状況に対応することが必要であり、災害にあわせないため、今、自分達ができることは全てやるという気力とそれを推進する体力が必要。
- ⑥ 現場に何かを期待してはいけない
当初は事務所も休憩所も何もない状況での支援となる。支援に当たっては、「いつでも、どこでも、だれにでも」の気持ちで支援することが大切。

＜支援に当たっての注意点＞

- ① 被災現場は巡回車で行く
 - ・公共交通機関は不通になり使用できない。

- ・現場までの道路が確保されていない。
- ・路線の変更が多くカーナビは使用できない。

- ② 支援活動は2人1組で行う
被災現場では危険箇所がわからないので、単独での行動を避け互いに声をかけ合い状況を確認しながら支援活動を行う。
- ③ 巡回指導員には保険を掛ける
支援活動には危険が伴う。巡回指導員には必ず傷害保険を掛ける。
- ④ 現場巡回は柔軟に対応する
気象の急変や巡回指導員の体調等様々なリスクに対し、常に支援センター等と連絡を密にして柔軟に対応することが大切。

＜支援活動に当たっての課題＞

行政や発注者と信頼関係を構築し、一体となって支援活動を実施してきましたが、今後、支援活動を推進するに当たっては下記の課題が考えられます。

- ① 指導員の確保（指導員の高齢化）
- ② 新しい安全教育手法の確立（指導内容のマンネリ化）
- ③ 木建現場への支援強化（木建現場での災害が多い）
 - ・木建パトロールに足場組立業者、ハウスメーカーの参加
 - ・一人親方に対する教育強化
- ④ 支援活動の効率化
情報の見える化（支援活動の場所、内容）

4. おわりに

支援センターの活動については、災害防止に効果があったという見方をしている人が多く、概ね良好であるとの評価を得ていると思います。

支援センターの活動実態については、今後、様々な分析、考察がされると思いますが、支援センターの活動は、決して無駄ではないと信じて、これからも支援活動に尽力していきたいと思っています。

一人の力は弱いものでありますが、周りの人々と連携・連帯して支援センターの活動を実践し継続していけば、力が束ねられます。

この束ねられた力で安全意識を向上させていくのが支援センターの役割であると思います。

災害の多い日本では、みんなが力を合わせて助け合わなければ自然災害に対して生き残ることはできません。

「いつでも、どこでも、だれにでも」の気持ちを忘れず今後も支援活動を実践していきます。

—自然災害への対策と実施内容について—

建築部 工事課 主任 津場 一誠

このハザードマップを新規入場教育資料として使用し、新規入場者に対し避難推奨目的地、避難ルート、地震発生時の対応等の教育を徹底して行った。

避難場所は過去の現場周辺の津波到来時間を調査し、地震発生から5分程度で避難できる箇所とした。また、避難訓練の実施を工事工程のマイルポイントとなる工事の前後に行うことで、海岸付近という現場特性の危険性を現場作業員全員へ意識させた。

また訓練時は、所要した時間も計測し、月日による所要時間の誤差や平均値を算出することで、ハザードマップの適正度の再確認を都度行った（写真－1、2）。



写真－1 避難訓練の様子①



写真－2 避難訓練の様子②

これらの資料は事務所、休憩所のほかに、現場独自の「安全衛生向上活動掲示板」を作成し、季節関連資料、進行中の工事で起り得る災害、工事だより、病院アクセスマップ、現場アクセスマップという現場特性を考慮した関心の持ちやすい掲示物とともに掲示し、津波に対する関連資料として関係請負業者が集まる安全衛生協議会の場や施主、設計者との定例打合せの際に津波への対策として説明をした（写真－3）。



写真－3 安全衛生向上活動掲示板

3. 導入した津波対策機器について

次に、本工事で導入した3つの津波対策機器について説明する。

- ・地震時に発生する津波についての的確な情報の獲得・・・・・・・・・・(1)
- ・台風、急激な気候変動に対して発生する津波、波浪の的確な情報の獲得・・・・・・・・(2)
- ・地震発生後の避難状況、被害状況をリアルタイムで認知するモバイルカメラ・・・・・・・・(3)

(1) 津波レーダーシステム

津波に関する情報は、通常テレビ、ネット等の情報から、注意報、警報等の発生を確認したが、情報入手までにタイムラグがあること、あくまで「予想」であることを考慮し、津波の発生をレーダーで直接捕捉し、確実な情報を入手する「津波レーダーシステム」を受信する体制とした。「津波レーダーシステム」は(株)ウェザーニューズが宮城県に設置したレーダーから海上沖合で発生した津波を捕捉し、高さや到達時間をリアルタイムに通達するシステムで、現場用スマートフォン等の端末にアラートメールが配信され、画像で波高や接近距離を確認した（写真－4）。

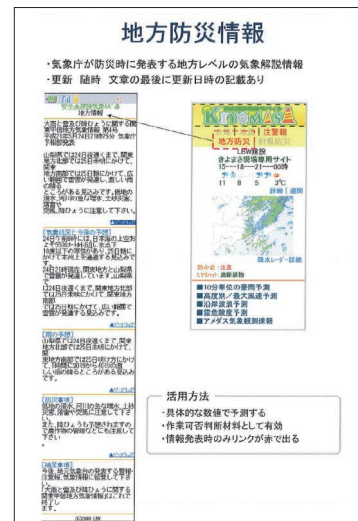


写真－４ 津波警報発令時に前述の内容が現場パソコンやタブレットに表示される。

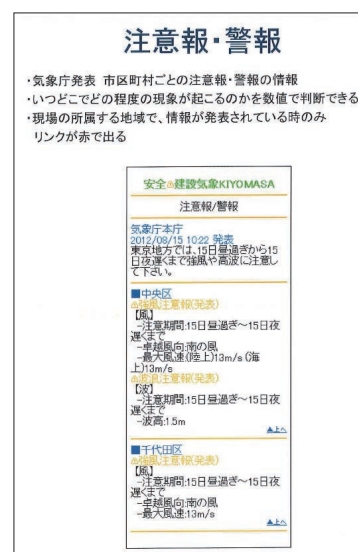
(2) 安全建設気象モバイル

津波は、地震以外にも台風や季節風等、気象条件によっても発生する。

海岸付近の現場という敷地条件から、急激な天候変動や、各種災害警報情報を現場用スマートフォン等の端末にアラートメールで通知し、リアルタイムに現場用で周知する「安全建設気象モバイル」を導入した。これにより随時更新している気象庁が発表している市区町村ごとの注意報・警報の情報を獲得し、海岸付近という天候の変化しやすい気象条件を早期に認知し、避難や片付けを図れる体制とした(図－２、３)。



図－２ 防災情報時のアラートメール



図－３ 注意報、警報発令時のアラートメール

(3) モバイルライブカメラ

現場での災害発生状況や、津波警報発令時に現場から作業従事者が退避していることを安全な位置で定点監視できるようにするため、360度旋回可能なモバイルライブカメラを設置し、パソコンやスマートフォン等でいつでも確認できるようにし、これにより休日でも現場内を確認できる体制とした(図－４)。



図－４ モバイルライブカメラ

4. 対策の結果と考察

前3章記載内容の実施によって、2019年6月18日 山形県沖地震（M6.7最大震度6強）、2019年8月4日 福島県沖地震（M6.4最大震度5弱）、2019年12月19日 青森県東方沖地震（M5.5最大震度5弱）の地震発生時には津波到来の可能性を確認し、また2019年10月に甚大な被害をもたらした台風19号発生時に最新の進路や到達時間を事前に確認し、飛散や作業員の帰宅難等の被害を防ぐことができた。

建設業を中心に事故、災害を1つでも少なくするためには、先代が行ってきた安全対策を踏まえ、安全に対する意識は日々進化するべきだ。そのためには現場の周辺環境や現場特性を認知し、その環境にあった安全対策を行うことが重要である。

本工事で行った各内容は、海岸付近という特性を考慮した安全策の一例に過ぎない。

海岸付近のほか、山村地域、住宅地域と多種多様な周辺状況を考慮し、然るべき計画のもとに安全対策を行うことで、発生した災害に対して、迅速にかつ最小限に被害を抑えることが我々現場監督としての責務である。

大規模堤防工事の安全対策について

戸田建設(株) 東北支店

戸田・浅沼・三浦 JV

津谷川外河川災害復旧工事（その４） 作業所長 一之瀬 敦史

1. 本工事の概要

当地域は、東北地方太平洋地震により20mを越える津波が来襲し、汀線^{ていせん}が約200m後退、最大約5mの洗掘を受け海岸付近地形が大きく変化した。本工事は、国が策定した基準に基づき「頻度の高い津波（L1津波）」に対応する堤防高を設定し河川災害復旧を行い、洪水や高潮および津波に対する安全度を確保することを目的とする事業である。主な工事内容は、既設堤防（高さ4m）を撤去し、最大高さ14.7mの築堤盛土を行い、不透過型の被覆ブロックで法覆護岸を築造する。その他、水門1基、樋門1基の撤去および新設を含む工事である。

2. 大規模堤防工事安全管理における課題

本工事は、非常に広範囲で土工事、地盤改良、場所打杭、躯体、ゲート、鋼矢板打設、法覆護岸と多工種あり重機接触災害、墜落・転落災害、クレーン災害など重大災害の危険が高く、リスク低減による事故未然防止が大きな課題であった。

3. 安全対策

当現場では海岸部、河川区域であり、悪天候による河川増水、高潮高浪、強風等の影響を大きく受ける地域である。また、バックホウやクレーンなどが常に10台以上稼働しており、築堤材の10tダンプや被覆ブロック搬入車両、生コ

ン車など多い日は250台以上の工事用車両が入り出す。

そこで、「ICT 技術活用」「安全の見える化」「快適職場」を主眼とし、本工事で取り組んだ対策を紹介する。

(1) 3色警告灯付風速計

海に近く風の強い場所であり、吹き流しに加えてわかりやすい3色警告灯付風速計を設置。設定値以上になると警報ブザーを作動させる。暗くても見え、色でクレーン中止基準が即座にわかる。(写真-1)

(2) 河川に警告灯付水位計

河川敷の作業があるため警告灯付水位計を採用。水位をリアルタイムに監視し、急激な増水を検知して即時、注意喚起のための回転灯を点灯しブザーを鳴らす。豪雨による河川増水、津波、高潮時の作業中止や退避に活用。(写真-1)

(3) クラウド型監視カメラ

ハードディスク不要、通信回線不要、電源を入れるだけで簡単に設置、起動することができる新世代の一步先行くクラウドカメラ。360° Webカメラにより事務所および外で現場モニタリング、施工指示、安全管理、出入口車両管理、ビデオで品質管理を記録する。職員、職長等の省人化効果、生産性・安全性向上が図れる。
(写真-2)

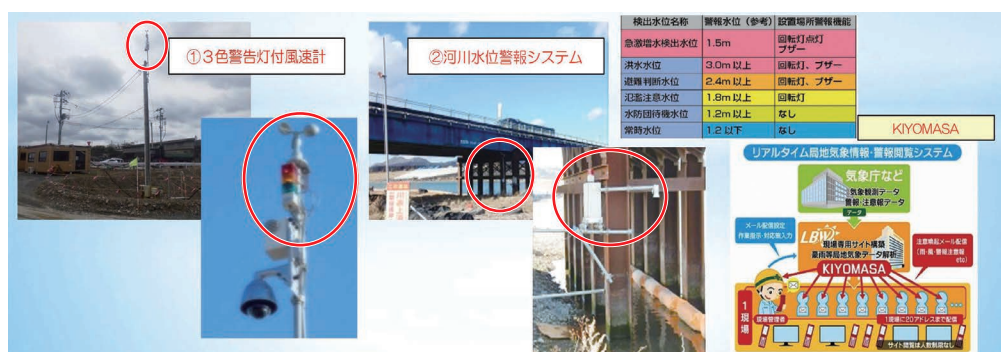


写真-1 3色風速計と水位



写真-2 クラウド型監視カメラ

(4) クレーン CCD カメラ

クレーン車の運転席から死角になる箇所で作業をする場合、付近の障害物や玉掛作業者を認識できずに衝突してしまう事故が起こりうるリスクがある。このような事故を防ぐために、クレーンブームの先端にカメラを取り付けて、運転席のオペレーターが周囲の状況を確認できるようにするシステム。オペレーターが見えない場所でも、モニタを通して周囲の状況を把握できるため、クレーン作業の安全性が向上する。(写真-3)

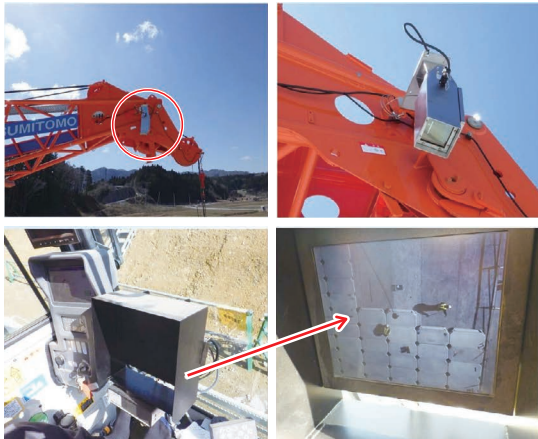


写真-3 クレーン CCD カメラ

(5) 重機接触防止（緊急停止・接近警報装置）

① 作業員装着警報感知システム みはり組

重機に取り付けた発信装置と作業員装着の受信装置で、危険エリアに作業員が入ると作業員と運転席の双方に警報を発する双方向式の警報補助装置。

みはりセンサー1台に対して複数のヘルメットセンサーが利用できます。警報音を鳴らすことで危険回避行動に移る事ができ、信頼性、安全性が向上した。(写真-4)

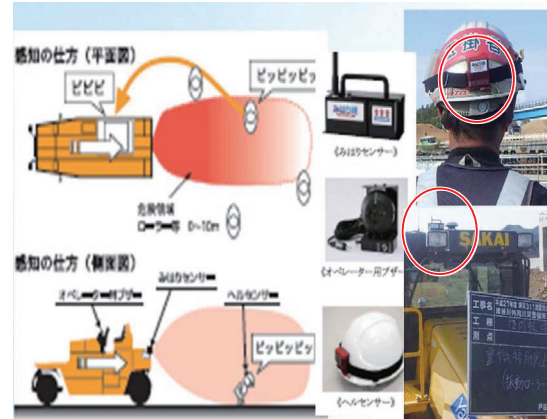


写真-4 作業員装着警報感知システム みはり組

② スリーエスバックホー（緊急停止装置付バックホウ）

バックホウに赤外線発光機、作業員のヘルメットに赤外線センサーを装着。作業員がバックホウに接近し過ぎると、バックホウが自動で動作を停止する。事故を未然に防ぐことができ、安全性の向上につながっている。(写真-5)



写真-5 スリーエスバックホー（緊急停止装置付バックホウ）

(6) 安全看板・設備

図面・写真・漫画や蛍光色を使ってわかりやすい看板をオリジナルで製作して設置することで作業員へ注意喚起する「安全の見える化」を意識した(写真-6)。イエローキューブを使った段差解消など使いやすい安全通路、作業通路

を設置、重機接触災害防止に立入禁止措置およびバックモニターとエスカルバーで明示、法面からの滑落防止に養生ネットと耐滑靴配布等で安全確保とともに快適職場を目指した（写真－7）。



写真－6 安全看板



写真－7 安全設備

(7) 消防・避難・救命訓練

津波被災地域であり、多くの作業員が宿舍住まいであることから消防、避難訓練を半年に1回実施。河川・海岸近接であることから誰でも使えるようにAEDや救命浮環を設置するとともに消防署に依頼しAED講習を開催した。（写真－8）



写真－8 消防・避難・救命訓練

(8) 熱中症対策

製氷機を2つ設置。現場休憩所はクーラー。冷蔵庫完備、スポーツドリンクや熱中飴を配布、作業所補助で1本50円の熱中症対策飲料の自販機を設置、現場にはスポットクーラー、送風機、大型扇風機、テントを設置。日よけ垂れやファン付服を配布して熱中症対策で快適職場を目指す。（写真－9）



写真－9 熱中症対策

その他、会社指導のもと、慣れ・危険軽視によるヒューマンエラーの防止対策を実践した。以下にその具体例を列挙する。

- ① 「指差呼称5項目」を設定し、現地にわかりやすい啓蒙看板を設置し、作業員の注意力や集中力を向上させた（写真－10）。

◆指差呼称5項目



写真－10 指差呼称5項目

- ② 「職長会活動」を活性化し、定期的にパトロールや昼食会等を行うことでJV職員とのコミュニケーションアップ、職長の安全管理に対するモチベーションアップを図り、スムーズで安全な現場運営を目指した（写真－11）。

◆職長会活動



写真－11 職長会の様子

- ③ 通常のラジオ体操と併せて「けんせつ体幹体操」を行うことで、作業員のバランス感覚の向上や高齢者の身体能力の低下防止に努めた（写真－12）。

◆けんせつ体幹体操



写真－12 けんせつ体幹体操の様子

4. 今後に向けて

当工事は2019年10月に無事故無災害で竣工することができた。上記の取り組みを確実に継続できたこと、元請・協力会社一体となってコミュニケーションを取り、作業員が使いやすい安全設備の充実および安全性の高い施工方法の採用を推し進めたことが安全性向上につながったと思う。当工事で実施した安全対策は今後の現場管理に生かしていくとともに、さらに向上すべく努力していきたい。

釜石市中央ブロック復興整備事業での 安全衛生管理活動について

—特に取り組んだ安全対策と効果—

(株)熊谷組 東北支店
釜石中央工務所 統括所長 安間 正明

1. はじめに

釜石中央ブロックは釜石中心市街地の復興整備事業で、東部地区と嬉石松原地区の2地区の嵩上げを含めた面整備を行う事業で、約40haの復旧・復興工事に関する安全活動を報告する。

2. 工事概要

工 事 名：釜石市中央ブロック復興整備事業建設工事（個別工事件数70件）

発 注 者：釜石市

受 注 者：(株)熊谷組・(株)小澤組特定建設工事共同企業体

工事場所：釜石市東部地区・嬉石松原地区・平田地区（写真－1）

工 期：平成26年2月3日～

令和2年3月31日（約6年）

工事内容：【施工面積】 東部地区27ha、嬉石松原地区13ha

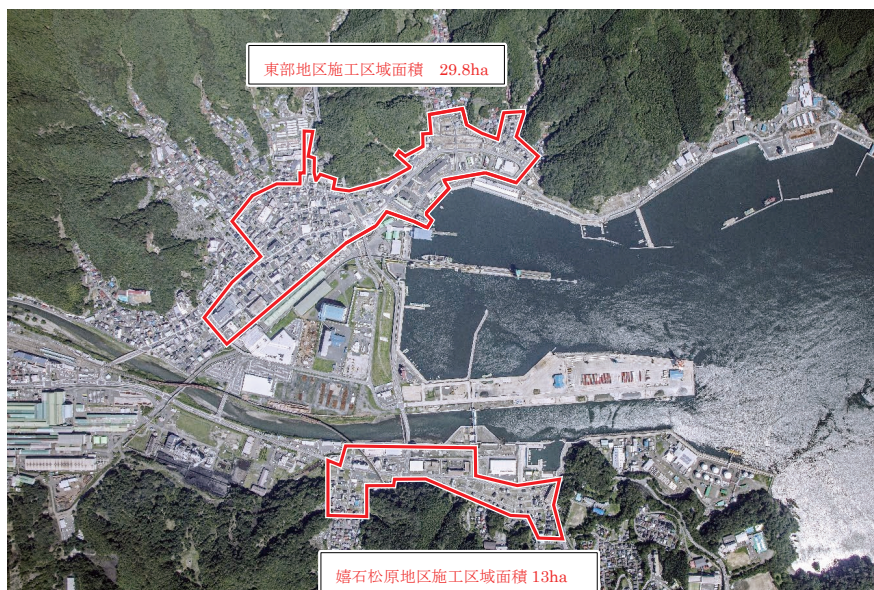
【基盤整備】 敷地造成工（55万㎡）、擁壁工（6km）、舗装工（9.5万㎡）、道路排水工（27.3km）

【施設整備】 雨水排水（2.4km）、汚水排水（9.6km）、配水設備（14km）

【仮 置 場】 盛土材受入（88万㎡）、盛土材製造（62万㎡）

3. 工事の特徴とリスクの特定

- 特徴：① 全体工期が約6年と長期にわたる。
② 発注された工事件数が70件と膨大な数になった。
③ 工事管理の施工範囲が最大11km、6箇所と広範囲になった。
④ 発注者が多岐にわたる期間があった。（国、県、市）
⑤ 工事中に期日指定での宅地等部分引渡要請が多数あった。
⑥ 釜石市中心部が戦時中に艦砲射撃を2回受けているため、基礎杭や鋼矢板打設および地盤改良工事前には磁気探査調査（不発弾）が必要となった。
⑦ 発注工事の事業形態が相違しているため、工事着手が約1年半遅延する等の事象を伴った。



写真－1 釜石市中央ブロック復興整備事業 工期：平成25年12月～令和2年3月31日
釜石市中央ブロック提案体【熊谷組・小澤組・新日・日鉄鉱コンサルタント】

前述の特徴が予想されたので、工事着手前に工事リスクの特定を行った。

(1) 重機災害の防止

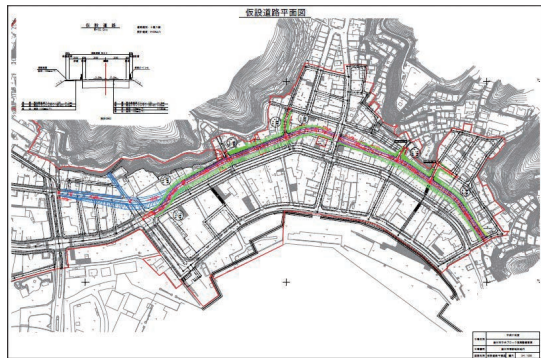
市民が居住している市内の大規模な嵩上げ盛土工事となるため、大型重機やダンプトラックを使用した大規模土工事のウェイトが高いため、盛土材製造（写真－２）から運搬ルートにおける災害リスクが予想された。



写真－２ 盛土材製造プラント

(2) 第３者災害防止

上流地域（山側）で被災を直接免れた方々や市街地中心部で建物全壊を免れた方々の生活道路やライフラインの確保を考慮した施工方法（図－１）とともに居住された方や市街地への通行者の交通対策のリスクが大きく予想された。



図－１ 仮設道路計画図

(3) 架空線および埋設管損傷防止

市街地中心部を含めた多種多様のライフラインを維持することが必須条件であるため、事前調査から施工中の設備機械の配置、試掘手掘り優先等での施工リスクが重くなった。

4. 作業所重点取組事項と成果

工事へのリスクを絞込み、当現場の三大重点取組事項を決定し具体策を実施した。

(1) 重機災害の防止

① 機械設備

ア. 重機の昇降ステップの滑り止め設置（写真－３）



写真－３

イ. 重機稼働中の回転灯の取付け：周囲への危険信号として設置

ウ. 作業区域の明示と作業所ルールを看板にて表示（写真－４）



写真－４

エ. 安全作業通路の確保：カラーコーンやバリケードにて作業通路の分離

オ. 狭隘な作業場所でのバックホーでの作業では、背面にエスカルバーの取付け（写真－５）



写真－５

② 作業

ア. 重機転倒防止の一環として、一山残しの実施（法肩表示）（写真－6）



写真－6

イ. 見える化策として、路肩ポールや赤旗による危険表示の実施と維持管理（写真－7）



写真－7

ウ. 特定作業計画書の協力業者作成と関係者による毎朝の作業内容の周知確認（特に有資格者および配置位置の確認）

エ. 残土受入地でのダンプトラック誘導員へのゼブラチョッキ着用による誘導の実施

③ 成果

ア. 重機転倒やダンプ走路等の路肩転落防止としての一山残しから赤旗等の路肩明示については、薄暮の時期含めて大変効果があり、土工事現場での必須アイテムとなった。

イ. 残土受入地での誘導員の運転席側での誘導の徹底とゼブラチョッキの着用は運転手にとって良く目立つと好評であった。

(2) 第三者災害の防止

① 設備

ア. 歩道部にソーラー式照明器具を配置（写真－8）



写真－8

イ. 工事車両出入口に泥落とし機を配置（写真－9）



写真－9

ウ. 散水車とスーパーを常備

エ. 市街地施工は原則夜間開口部をなくした計画

オ. 作業場所付近に騒音振動計を設置した見える化（写真－10）



写真－10

カ. ダンプ運行管理システムを導入し、安全運転の促進（図－2）

キ. ダンプ前後部に識別シートを貼り、会社名・連絡先がわかるように運行（写真－11）

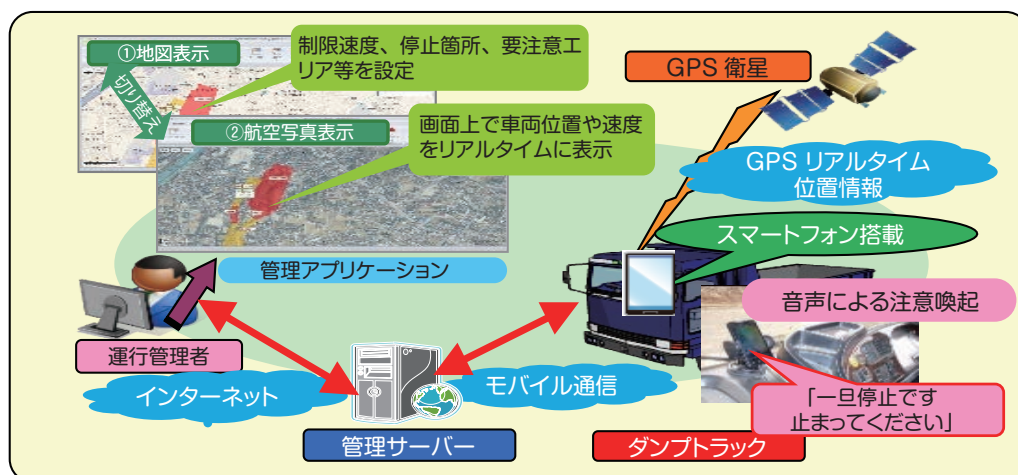


図-2 スマートフォンを使用したダンプトラック運行管理システム



写真-11

ク. ダンプ走行時にデイルイト運動を実施
ケ. 現場出入口に門構を単管にて設置し、赤旗明示を実施（写真-12）

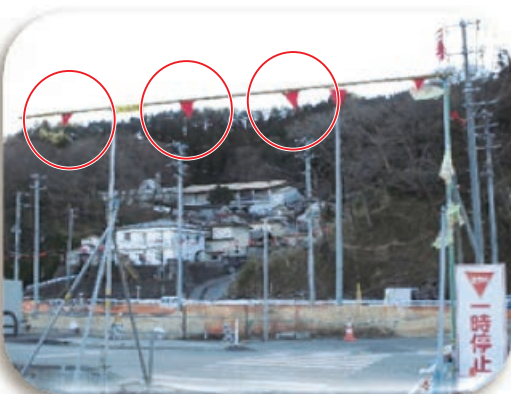


写真-12

② 作業

ア. 第三者立入禁止表示の設置維持管理を徹底（写真-13）



写真-13

イ. 誘導員には歩行者優先、第三者優先誘導の指導徹底
ウ. 工事関係者においても第三者優先で、出入口一旦停止、左右確認の周知
エ. 作業前に工事予告ビラを作成配布し、地元住民通行への事前周知
オ. 学校関係者には事前に工事内容を説明相談し、安全通学路の確保を徹底また学校行事を優先した作業計画に変更対応
カ. 工事状況を地元周知するため、広報誌やホームページを展開（写真-14）



写真-14

- キ. 地元町内会への集会に毎月参加し、今後の工事状況の説明から問題点等の聞き取りを行い、施工順序等に見直し修正を実施
- ク. 津波避難訓練を地元町内会と共同開催し、非常時の意識の共有を実施

③ 成果

- ア. 照明のない歩道部へのソーラー式照明設置は地元から大変好評であった（写真－15）。



写真－15

- イ. 夜間に開口部を作らない計画により、工程的には少し時間を要したが車両や歩行者による転倒事故等は発生しなかった。
- ウ. 学校関係者と事前の工事情報の共有が図れたため、作業中のトラブル等も回避でき、先生からも学校行事情報を事前にもらえることで信頼関係も深まった。

(3) 架空線および埋設物損傷防止

① 設備

- ア. 架空線に沿った赤旗明示による危険表示の実施と維持
- イ. 架線下作業では事前に架線注意喚起用幟旗および架線下の地面に白線を引いて、重機やダンプ運転手への注意喚起を実施（写真－16）

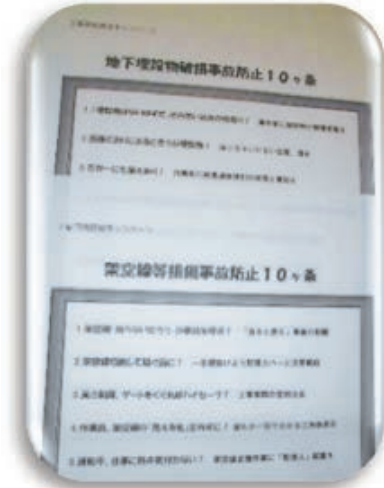


写真－16

- ウ. バックホーム裏側に注意喚起シールを全台数に貼り、オペレーターへの意識付けを実施
- エ. 金属探知機により事前に埋設管調査を行い、埋設管位置を想定した作業の実施

② 作業

- ア. 定期的に朝礼で「架空線および埋設管損傷防止10か条」を全員で唱和（写真－17）



写真－17

- イ. 埋設管情報を関係各課と事前に立会、マーキング表示し手掘り作業での試掘確認の徹底（写真－18）



写真－18

- ウ. 事故発生に備え関係者連絡網を整備し、職員・職長・世話役クラスまで「緊急連絡網カード」を常備携帯

③ 成果

- ア. かなりの電線等架線が設置されていたが、三角赤旗表示を全線にわたり設置したため、第三者が見ても大変目立ってわかりやすいと評価を受けた（写真－19）。



写真－19

イ．架線下付近の幟旗危険表示や地面への白線表示は、運転手には大変好評であった。
ウ．埋設管対策においては、「埋設管損傷防止10か条」を唱和することで、手掘り作業の重要性や埋設管が近くにいることを全員で認識共有できた（写真－20）。



写真－20

5. 失敗から学んだこと

約6年間の施工期間において16件の不休災害を発生させた。年度ごとでは初年度0件、2年目4件、3年目3件、4年目5件、5年目3件、6年目1件であった。

年度ごとの労働者の延べ労働時間数に準拠して災害件数が推移している。

この中で重大災害につながる恐れのある災害についての改善策を記載する（表－1）。

また、被災者がベトナム人の実習生であったため、母国語でのわかりやすい再教育資料を作成し、周知させた（写真－21）。



写真－21 ベトナム語翻訳

表－1 重大災害につながる恐れのある災害および改善策

名称	災害内容	件数	改善策1	改善策2
取扱災害	サンダー取扱いによる裂傷	2件	切創防止手袋の着使用	回転体刃は停止まで仮置きしない
重機災害	重機運転席足元の不要物によりレバー操作ができなくなり転倒した	1件	運転席足元に物品を絶対に置かない 毎朝確認する	オベはシートベルトを必ず着用する
接触災害	重機と作業員との接触による負傷	2件	旋回範囲内立入禁止指導教育と合図見張り人の配置	日々パトロールにて現場で直接指導、見張り人はヘルバンド着装
その他の災害	熱中症	2件	気温32度超える場合は昼休憩を1時間延長した	昼礼での健康KYの実施
〃	蜂刺され	1件	事前にハチの巣調査	新規教育時のアナフィラキシーショック経験者の確認

☆上記に改善策を記したが、最も重大災害に繋がる事例の重機転倒事例ではシートベルト着用を常日頃から指導していたため、結果打撲で済んだことと、運転席キャビン内に物品を置かない教訓としても対外的にも有効に活用された。

6. おわりに

釜石市中央ブロック工事は令和2年3月に完成となった。約6年間の現場安全管理を振り返ると同様なミス事例を発生させた。ヒューマンエラーは何故繰り返し発生するのかの明確な改善策は未だ模索中で、作業内容、場所、季節ごとの環境や協力業者、作業員の入れ替わり等気配り目配りが行き届かなくなったり、想定外の偶然が重なったり等事故災害要因は多岐にわたる。今般協力業者内にも外国人作業員の割合が増える傾向にあり、言葉による教育には限界があることも認識した。今後必要な労働者を確保するためには外国人作業員への労働環境の整備がかなり必要と思われる。また日本人作業員の高年齢化も進んでおり、ICT機械化の活用が重要と謳われている中においても、最終的には人の安全確保を今後どのようにすすめていくか、またより安全な作業方法を計画、教育、指導できる環境整備や指導者育成が今後の建設現場の課題と思われる。

ひとつひとつ心を込めた建物解体 —あいで心をつかむ—

鹿島建設(株) 東北支店

平成29年度富岡町汚染廃棄物対策地域における被災建物等解体撤去等工事(その2)

鹿島・三井住友・飛鳥特定建設工事 JV 工事事務所 所長 古川 栄治

1. はじめに

本工事は、福島県双葉郡富岡町の汚染廃棄物対策地域において、東北地方太平洋沖地震および東京電力福島第一原子力発電所の事故により生活環境保全上支障のある建物等を解体撤去することを目的とした工事である。

工事概要を以下に示す。

工事件名：平成29年度富岡町汚染廃棄物対策地域における被災建物等解体撤去等工事(その2)(以下「平成29年その2工事」と表記)

工 期：平成29年12月27日～

平成31年3月25日

発注者：環境省 福島地方環境事務所

施工者：鹿島・三井住友・飛鳥特定建設工事
共同企業体

工事諸元：建物等解体撤去工事1式 対象建物
等：520件

(空間線量率測定、アスベスト調査、
解体廃棄物運搬、仮置場管理 他)

2. 富岡町における被災建物 解体工事の歴史

当地域において当社は平成27年8月から被災建物の解体工事を行っており、平成29年その2工事を開始するまでに延べ1,800件余りの解体を実施してきた。これまで土木系・建築系合わせて3名の所長が工事を指揮し、私は4代目の所長にあたる。着任当初、歴代の所長にこの工事で注意すべき点は何かと話を聞いたところ、全所長から「何をおいてもまずは安全管理である。」という答えが返ってきた。

これらの工事では、当社として最大限地域の復興に資するべく「地元企業の最優先採用」を標榜しており、従来当社の工事で採用する機会のなかった協力会社に施工の中心を担ってもらってきた。平成27年の着工当初は、当社の安全管理方針を理解し、行動に移してもらうために、安全教育に腐心したと聞いた。実際、死亡・重大・重篤災害こそ発生していないものの、休業災害が頻発しており、その対策と対応に苦心していたことは、当時から伝え聞いていた。

このように、着任当初は戦々恐々とした思いでいた私であったが、竣工を迎えてみれば、担当した平成29年その2工事では幸いにして休業災害は発生せず、延べ87万時間の無事故・無災害を無事に達成することができた。本稿では、なぜ、これまで多発していた休業災害を止めることができたのかについて、自分なりの思いをまとめてみたい。

3. 富岡解体工事 着任前

私は、この現場に着任する以前は、富岡町から北へ60kmほど離れた相馬市で火力発電所の工事で所長を務めていた。その当時、災害事例を水平展開するために社内で回覧される「災害速報」を見るたびに、とある現場の災害の多さと、それまで馴染みのなかった協力会社名が気にはなっていた。そして、漠然と「この現場の安全管理は大変そうだな。協力会社も初めて目にする名前が多く、我々が普段手掛けることのない民家の解体工事で、しかも町内全域で何十現場も同時並行で稼働していると聞いた。こういった現場では果たしてどうすれば災害を防げるのだろうか？現場の所長は安全管理にさぞかし苦心・苦悩しているだろうな」と思っていた。まさか、数か月後、自分が所長に任命されるとは思わずにである。

4. 富岡解体工事 着任

2018年2月、私は災害が多くて大変だと思っていた福島県双葉郡富岡町の新しい解体工事の後任所長として赴任することとなった。歴代の所長に話を聞くにつれ、この現場の安全管理の難しさを痛感した。数百名の作業員が富岡町全域に散らばり、数十か所で解体を行っている。規模だけで言えば1,000人単位の作業員がいた現場も経験したことがあるが、それでも仮囲いの中での作業であり、おおよその目は行き届く。しかし、この現場に関しては朝礼が終わると各現場に散らばってしまい、ほとんどの作業員とはその日顔を合わせることがなく一日が終わってしまう。私は、これでは作業員が好き勝手にやっちゃっているのではないかと、表現は悪いが、無法地帯と化しているのではないかと心配

になり、とにかく稼働しているいくつかの現場に赴いてみた。しかし、そこで見た現場は、安全掲示板一つとってもきちんとルールが定められてきっちりと掲示されており、拍子抜けをするほど整然としているという印象であった（写真－１）。



写真－１ 安全掲示板設置状況

5. 災害を起こさないために その１（あいさつをしよう）

それではなぜ、整然とした現場であっても休業災害の続発に歯止めが掛からなかったのかと新たに湧いた疑問について色々と思案してみたが、己の結論としては「真新しいルールやシステムは必要ない。現場管理に変わりはない。自分は自分なりに JV 所員、作業員とのコミュニケーションを密にとり、一体感を前面に出してやっていこう」ということに行きついた。

その時から私は、作業員を朝礼会場から送り出す時に会場の出入り口（当時の朝礼は室内で実施、現在は屋外で実施）に立って、ひとりひとりに「行ってらっしゃい」と声を掛けることを始めた。最初は素通りしていく作業員も多かったが、毎日続けていくうちに、少しずつ作業員も心を開いてくれ、会釈から始まり、次に手を挙げて答えるようになり、しばらくすると「所長、今日も元気に行ってくるよ」と笑顔で言ってくれるようになった。私は、その笑顔を見た時に「この作業員は大丈夫、災害を起こさないな！」と確信することができた。この挨拶は何気ない行動だが、多くの人の共感を得て、今では職員が交代で加わって、場所が変わり、工事が変わっても毎日実施されている（写真－２）。



写真－２ お見送り（あいさつ）活動状況

当解体工事は、日々300～400名の作業員が従事しているが、町内各所に散らばってしまい、巡視現場でない限り顔を合わせるのは朝礼だけとなることは前述のとおりである。現場巡視については、仮に「60現場」が稼働中とすると、1日平均5現場を巡回しても12日かかり、4週8閉所で稼働した場合には同じ現場には半月に一度程度しか行けないことになる。したがって、この「あいさつ」活動は作業員の顔を見る、声を聴くという生のコミュニケーションを図れる貴重なひとときであり、「毎日笑顔で会おう」というやり取りが安全意識の醸成に効果をもたらしていると考えている。なお、最近では「所長、今度パトロールに来てよ」と言う作業員が多くなるまでに発展し、嬉しく思っている。

6. 災害をおこさないために その２（あいじょうを込めよう）

挨拶活動に加えて、安全意識向上の取り組みとして、「一現場ごとの安全お清め」も始めた。通常の建築現場では、工事着工前に「安全祈願祭」もしくは「起工式」の神事を執り行うが、当現場のように何百件と解体する工事では、神社などを除いて1件ごとに神事を実施することはできない。

解体する現場に行くと、^{ほころ}祠や古井戸が残されている昔ながらの家も多いが、担当職員に話を聞くと、それまでは特段何もせず解体に着手していたとのことであった。

震災当時、住人の方は着の身着のまま緊急避難したために、当時の暮らしぶりがそのまま残されている家屋を見る度、私には、長年住み慣れた家を震災と原発事故によりやむなく手放す無念さが詰まっているように思えてならなかった。

そこで、着手する前に関係者（JV 職員、協力会社作業員）で塩、酒、米を撒いて拝礼し、

「これから大事な家に入らせていただき、解体させてもらいます」という気持ち（愛情）を込めようと始めたのが「一現場ごとの安全お清め」である。

実施後しばらくしてから、JV 職員や作業員に感想を聞いたところ、「気持ちが引き締まる」「メリハリがつく」「仲間同士の一体感が出る」など好意的な意見が多く寄せられ、結果として安全意識の向上と醸成に効果があったと考えている。この「お清め」は現在施工する「平成31年度富岡町被災建物等解体撤去等工事」でも実施しているが、時には住人の方や環境省委託監督員もお見えになって一緒にお清めをしていたという報告を聞き、関係者の気持ちが一つになっている手ごたえを感じている（写真－3）。



写真－3 解体工事着手前の安全お清め実施状況

7. 結びに —あいじょうを持って—

新規教育や朝礼等では、「あなた方（作業員）は私の宝物です」と愛情を持って伝えている。ある時、職長会の会長から、「長年現場で働いていて初めて「宝物」と言ってくれた。その思いに応えられるよう我々は今まで以上に安全意識を強く持って作業を行っている。」と言ってもらったことがある。

ひとりひとりが「自分は災害を起こさないぞ」という気持ちを持って働くことで、災害・事故を減らす効果があるとするならば、私達は彼らをその気にさせなければならない。その一つは、やはり心のこもった教育であり、管理であると思っている。災害は「人」がいて起きるものであり、「人」が起こすものであるならば、その「人」の心をつかむことは安全管理に少なからず効果があると私は確信している。

私が当工事に携わってから取り組んだのは、新しい安全システムを考えたり、安全ルールを生み出したりすることではない。当解体工事における安全管理手法は、歴代の所長がこれまで

に経験したことのない広範囲で大規模な解体工事を進めていく中で試行錯誤の末に生み出したものであり、もっと言えば、様々な災害や事故を教訓に痛みを伴って築きあげてきたものである。私がやったのは、そこに少しだけ「あい」を加えた安全管理である。

その結果として、延べ87万時間の無事故、無災害を達成し、現在施工中の「平成31年度富岡町被災建物等解体撤去等工事」においても無事故・無災害を継続中であるが、当解体工事に携わった方々すべての人の苦労が結実した結果だと考えており、すべての方々に感謝の心を忘れず、これからも無事故・無災害が続くよう現場に「あい」を注ぎ続けたい（写真－4～6）。



写真－4 安全集会実施状況①
(富岡町内のホールにて)



写真－5 安全集会実施状況②
(富岡町内のホールにて)



写真－6 地域貢献活動状況
(職長会と合同で町内清掃実施)

災害復旧工事における労働災害と土砂崩壊による被災防止の研究

(独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所

労働災害調査分析センター センター長 玉手 聡

1. はじめに

地震や豪雨による大きな自然災害が毎年のように発生している。そして、残念ながら尊い人命が多数失われるとともに社会基盤にも甚大な被害が生じている。加えて、災害後に行われる救出活動や復旧作業でも痛ましい労働災害が発生している。いわゆる2次災害である。

本論文では、復旧工事中の労働災害について、まず、過去の震災後の発生状況について文献を引用して解説する。次いで、東日本大震災による土砂崩壊の状況を示し、その復旧における安全上の課題を整理する。さらに、復旧工事を含めた土砂崩壊による労働災害について研究開発中の防止技術を紹介し、その利用や普及について議論する。

2. 震災後の復旧工事における労働災害

当労働安全衛生総合研究所の伊藤らは新潟県中越地震（平成16年10月23日発生）と新潟県中越沖地震（平成19年7月16日発生）後における労働災害の発生状況を調査し、以下のような特徴を指摘している^{*1}。

- ①地震後の災害復旧工事における労働災害は建設業における被災がそのほとんどを占めること
- ②建設業のうち、建築工事業による死傷病災害は地震発生から1年以内に集中すること
- ③新潟県中越地震では土砂崩壊による被害が

多く生じたが、労働災害は土木関係で多い特徴が見られた。また、労働災害は約2.5年と比較的長く継続したこと。

- ④新潟県中越沖地震では住宅被害が多く生じた。労働災害は建築関係で多かったが期間は1.5年程度でほぼ収束したこと。

次に、図-1は東日本大震災の発生から経過月数と死傷者数の関係を業種（大分類）毎に示す^{*2}。死傷者数はここに示す全ての業種に共通して「0から2ヶ月」の間が最も多い。特に、建設業での死傷者数は115名と突出している。死傷者数が第2位の製造業と比較するとその数は4倍以上であり、その後、月数の経過に伴って数は減少するが「10から12ヶ月」に至っても建設業では依然71名が死傷している。また、東日本大震災による被害は甚大であったこと、さらに原子力発電所の事故で福島県は避難地域に指定されたことなどから災害復旧は長期化し労働災害も継続した^{*2}。東日本大震災後の労働災害の特徴として次のような報告がある^{*3}。

- ①業種小分類による傾向では、ガレキ処理や解体などの震災特有の作業を含む「その他」での発生割合が高いこと
- ②建築工事業では木造家屋建築工事業が多いが、土木工事業ではインフラ関係の業種（道路や上下水道）での発生割合が高いこと
- ③事故の型については土木工事業では「はさまれ、巻き込まれ」が多いが、建築工事業では「墜落、転落」が多いこと

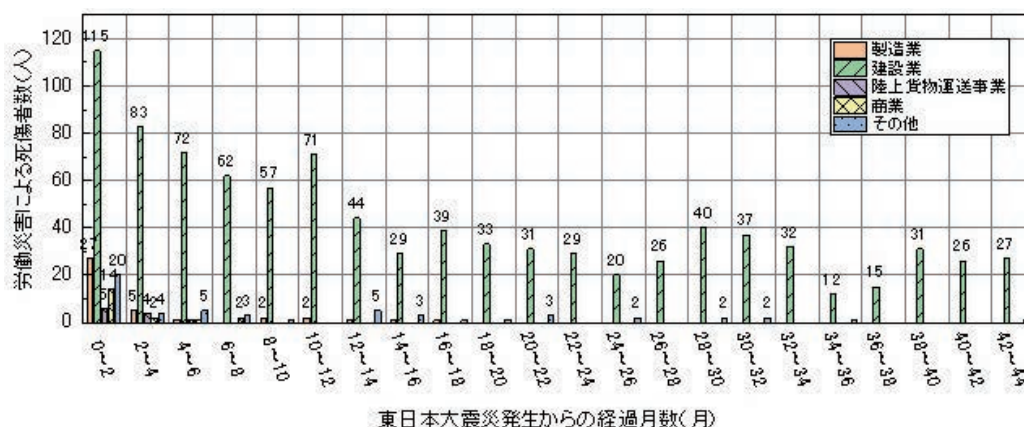


図-1 東日本大震災の発生からの経過月数と死傷者数の関係（文献^{*2}に加筆修正）

3. 震災による土砂崩壊と被災者救出

表－1は国土交通省が発表した平成26年3月3日現在の土砂災害の状況である^{*4}。集落雪崩を含めた件数は合計141件にのぼり19名が死亡している。県別に見ると福島県が37件と最も多く、次いで茨城県（24件）、新潟県（20件）、宮城県（20件）、千葉県（20件）と続く。東北6件のみならず関東や北陸でも多く発生している原因には、平成23年東北地方太平洋沖地震（平成23年3月11日）自体がマグニチュード9、最大震度7という巨大地震であったことに加えて、この集計にはその後に連続して発生した一連の地震（表1の脚注を参照）による被害を含むためと見られる。

表－1 東日本大震災による土砂災害の状況
（国土交通省平成26年3月3日現在）^{*4}

	土砂災害のタイプ別の発生状況				小計
	土石流	地すべり	崖崩れ	集落雪崩	
青森			1		1
岩手	1		3		4
宮城	2	2	12		16
山形		2	1		3
福島	1	6	30		37
茨城	1	1	22		24
栃木	1	5	5		11
群馬	1				1
千葉			16		16
神奈川			1		1
新潟	3	13	2	2	20
長野			1		1
静岡	3		3		6
合計	13	29	97	2	141 (死者19名)

（注） この集計は、「平成23年東北地方太平洋沖地震（平成23年3月11日）」の他に「長野県北部を震源とする地震（同年3月12日）」、「静岡県東部を震源とする地震（同年3月15日）」、「宮城県沖を震源とする地震（同年4月7日）」、「福島県浜通りを震源とする地震（同年4月11日と4月12日）」によるものを含む

土砂災害をタイプ別に見ると「崖崩れ」が97件と最も多く、次いで「地すべり」（29件）、「土石流」（13件）、「集落雪崩」（2件）である。後述するが、このような土砂災害の復旧工事では、斜面に不安定な部分が残っている場合があり再崩壊に対する注意が必要である。

写真－1は北海道胆振東部地震における消防隊員の救出活動後の様子である^{*5}。斜面が崩壊して多量の土砂が堆積しており、それを撤去して救出活動は行われている。写真－2は平成30年台風21号で土砂の生き埋めとなった被災者の救出の様子である。両写真に共通して隊員は掘削した溝内に入って活動を行っており、2次災害の危険を伴う緊迫した様子を知ることができる。写真－3の平成26年8月豪雨による広島市の土砂災害^{*6}では救出活動中の消防隊員が

被災する2次災害^{*7}が発生している。

写真－1から写真－3に共通して現場には崩土が堆積している。地盤工学では、乱した土の強さは減少することが知られておりその指標に鋭敏比 S_t がある^{*8}。 S_t は不攪乱粘土の一軸圧縮強さとそれを攪乱して再成形した試料の一軸圧縮強さの比であり、 S_t はその値が大きいほど強度の低下度合いは大きいことを意味する。一般の粘土では3から5であるが、4以上の土は鋭敏な粘土と言われる。したがって、崩土は元の状態に比べて強度は低下しているため不用意に掘削すると崩壊の危険がある。



a) 崩壊した斜面の下に堆積した土砂



b) 堆積した土砂を掘削しての被災者の救出

写真－1 地震で崩壊した斜面下における救出活動の様子（北海道胆振東部地震）^{*5}



写真－2 豪雨による斜面崩壊後に地面を掘削しての救出活動（平成30年台風21号）^{*5}



写真-3 平成26年8月豪雨による
広島市の土砂災害の現場^{*7}

4. 土砂崩壊による被災防止のための研究

(1) 斜面崩壊の事例

図-2はある復旧工事中に発生した土砂生き埋め災害の例である。この事故は、地震によって崩壊した斜面を補強する復旧工事中に発生した2次災害であった。図の右奥側で発生した土砂崩壊によって、その下側で作業していた労働者2名が生き埋めとなった。この事例から当時の工事の進め方を推測することができる。

本工事の最終目的は斜面前面に「カゴ枠」という構造物を設置して斜面の安定化を図ることであった。しかしながら、その工事中に斜面が崩壊する重大事故が発生した。

カゴ枠を設置するためにはまず、その箇所を整える必要がある。具体的には、斜面下側の部分（法先）を垂直に近い大きな角度で切土掘削し、底面をならす。言うまでもなく斜面は勾配が急になるほど崩壊しやすくなる。そのため限界を超えないよう注意しなければならない。図-2の手前側には設置が完了したカゴ枠を見ることができる。おそらく、これを（成功を）踏まえて同じ高さで勾配で奥側の掘削に進んだものと思われる。しかし、作業者はこの奥側で被災した。この事例から以下のようなことが想像できる。



図-2 工事中に発生した土砂崩壊の生き埋め災害

- ①たとえ小さな現場内であっても、手前側と奥側のように場所が離れると土の条件は異なる。土は自然に堆積した材料であるためコンクリートや金属などの人工材料と比べて強さにバラツキが生じやすい。また、一見ただけではその強さがわからない問題もあること
- ②土は（斜面は）一旦安定しても時間が経つと崩れることがある。これは塑性的な性質によるものと見られクリープ的な破壊を呈することが知られている。この一時的な安定が人の判断を誤らせる問題があること
- ③結果的に逃げ遅れて人的被害に至っている。崩壊の兆候を見逃したり気付くのに遅れたりしたことが考えられる。すなわち、危険な兆候を見逃す問題があること
- ④掘削中の斜面崩壊を防止する適当な仮設の工法がない。平坦な地盤を溝状に掘削する工事は軸対称な条件であり、左右の壁の間に切梁を設置することで反力をとれる（土止め支保工）。一方、斜面は非対称な条件であるため崩壊に抵抗する反力の確保が容易でない。本格的な工法は種々あるものの仮設として適当なものはないのが現状のようであること

以上のように、土という材料には危険判別の難しさや仮設による崩壊防止の難しさの問題がある。そのような状況にあっても労働災害（人的被害）は防止されなければならない。次節ではその一手段として、斜面崩壊の兆候を早期に捉えて現場内に知らせるための簡易な計測システムの研究を紹介する^{*9}。

(2) 土砂崩壊の簡易危険検出システムの研究

本研究では、表層のせん断ひずみを計測するセンサーとして「表層ひずみ棒」を考案した^{*10}。このセンサーは短い棒の下端にスクリューを備えたものであり、本稿ではMini Pipe Strain meter を略してMPSと呼ぶ。MPSは回転させながら斜面に貫入設置するセンサーであり、この棒の曲げ変形によってせん断ひずみの増加を捉えるものである。図-3はその外観を示す。MPSは全長595mm、最小直径（パイプ）10mm、最大直径（受圧体）50mm、質量400gの小型のセンサーである。先端には長さ80mmの貫入スクリューを有する。MPSは曲げ変形して反応するセンサーである。本研究に関する実験等の詳細は既報^{*11}に譲るが、この実験では崩壊24分前からひずみ速度の増加が検知され、崩壊約30秒前に警報を発することに成功した^{*12, *13}。このような掘削終了から崩壊までのタイムラグは作業者に安定の判断を誤らせる可能性が本実

験で確認された。また、目視では変位や亀裂を発見できないことも明らかとなった。一方、MPSは少なくとも崩壊30秒前に警報を発しておりこの時間は数十メートルの避難を可能にするもので、少なくとも土砂の直撃による人的被害は軽減できる可能性が高いことがわかった。

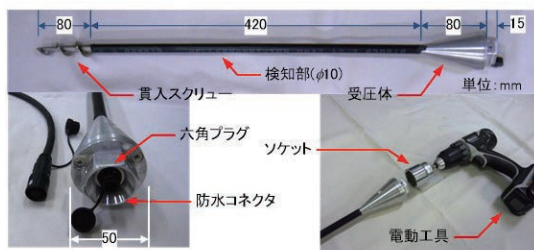


図-3 表層ひずみ棒 (MPS) センサーの外観と構成



図-4 MPSと警報器と受信器によって構成する「土砂崩壊の簡易危険検出システム」



図-5 斜面の法尻掘削 (左) と掘削部の上方に設置した MPS 装置 (右)

図-4 は MPS を含む「土砂崩壊の簡易危険検出システム」を示す。警報器にはデータ収録とその演算機能がプログラムされている。ケー

ブルを接続すると自動的に計測を開始し、危険な兆候を捉えるとライトとブザーで警報する。またその警報は電波で伝達され建設機械などに置いた受信器で知ることができる。図-5 は実際の工事で MPS が使用された例を示す。本工事は斜面の法尻部を掘削した後にカゴ枠を設置するものであったが、MPS は掘削箇所の上に設置して斜面の動きを監視させた。工程を通じて斜面に動きなどは生じず無事工事は完了した。利用者からは、設置が容易で使いやすく、現場で斜面の動きを直接知ることができるためわかりやすいなどの感想が寄せられた。

(3) 掘削溝内の個人用保護具「土砂ガード」の研究

近年、既設の古い埋設管の更新工事が増加している。下水道は管径が大きく埋設位置も深いことから基本的に図-6 のような土止め支保工^{*14}の設置は必須となる。一方、上水道やガスの工事では掘削深さが 1 m から 1.5 m と浅いため、発注の際に土止めなしの仕様が多い。掘削工事中に発生した土砂崩壊による労働災害(休業 4 日以上)の死傷災害を調査すると、深さ 1.5 m 未満での災害が 40.7% と多くを占めることがわかった^{*14}。したがって、今後の土砂崩壊による労働事故の防止では深さ 1.5 m 未満の浅い掘削工事が安全上のターゲットと見られ、災害復旧工事を含めた人的被害軽減のための新たな施工技術の研究^{*15}を行っている。



図-6 溝掘削における土止支保工 (矢板工法)

この研究では小規模な溝工事で頻発する労働災害に焦点をあて、特に仮設機材として現場で利用しやすい手段とするために構造は極力簡易なものを追求している。図-7 (a) は実験用に試作した機材「土砂ガード」を示す^{*16}。土砂ガードはアルミパイプ 4 本を四隅で垂直に結合した矩形のフレームによって構成する。このフレームは外枠(幅 1.5 m)と内枠(幅 1.4 m)の 2 つからなり、両枠は長さ 1.5 m の斜材の部分で交差する。左右の斜材には高さ 0.7 m の位

置に自在クランプを配置し、2組の矩形フレームはここで回転可能に結合されている。交差させたフレームにおいて同一面側となる上下の梁材間には高強度なシート材が帆を張るように取り付けられている。このシート材に崩壊した土砂を作用させる。さらに、下側の梁材には床面との間の摩擦を軽減するための樹脂ローラーが備わる。本土砂ガードの崩壊抑止効果に関する実験の詳細は「溝崩壊に対する簡易ガードの基礎的研究」^{*17}に譲り、本報ではその技術的な特徴を以下に整理する。

① 溝外から可能な設置

深さ1.5m以上の溝工事で推奨されている土止め先行工法の考え方^{*14}を1.5m未満でも可能とするため、土砂ガードは溝外からの設置が可能な構造とした。具体的には交差フレームの交点は中点よりも下側に偏心させ上側は下側よりも重いアンバランスな状態を内在させた。その結果、図-8のように土砂ガードを溝内に吊り降ろした後、自重による回転モーメントで上部が開口する。フレームが半自動的に張り出して設置が終了するため、未対策の溝内に入る必要がなくなるため人的被災の危険がなくなる。

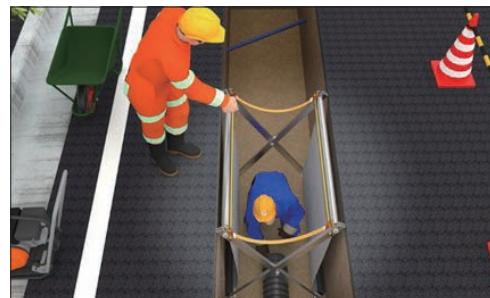
② 「被災防止」の視点

土止め支保工(図-6)は土圧に対して十分な強度を備えて「崩壊防止」する構造物であるが、その設置には労力を要する問題があった。小規模工事におけるこの問題を解決するために、土砂ガードでは要求性能を「崩壊防止」から「被災防止」に変えた。具体的には、深さ1.5m未満の溝で掘削後に自立しているものは「崩壊のおそれなし」と見なされやすい。しかし実際には時間を経てクリープ的に崩壊して労災事故に至っている。施工前に詳細な地盤調査が実施されない小規模工事の現状を考慮した結果、本研究では「たとえ崩壊しても人的

被害は起こさせないための保護機材」を検討することとした。ここでは溝壁の水平変位をゼロとする崩壊防止ではなく生存空間が確保できれば多少の「変位は許容」して被災防止するものとした。その上で構造は軽量かつ簡易なものを追求した。



a) 実験用に試作した土砂ガード



b) 土砂ガード内での作業イメージ

図-7 浅い溝掘削における被災防止のための個人用保護具「土砂ガード」

③ 設計外力と必要強度の検討

事故に見られるタイムラグを伴ったクリープの崩壊は見方を変えれば壁は直前まで自立していて、力の不釣り合いは僅かであったとも言える。災害が頻発しているケースでは崩土を保持するために必要な支持力はさほど大きくない可能性がある。土砂ガードに働く設計外力を最適化すれば、

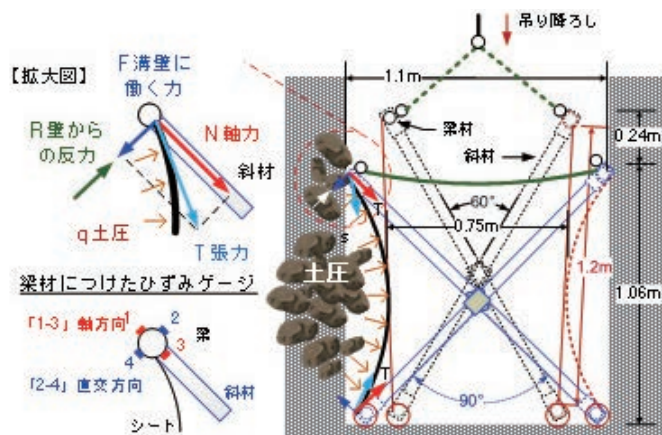
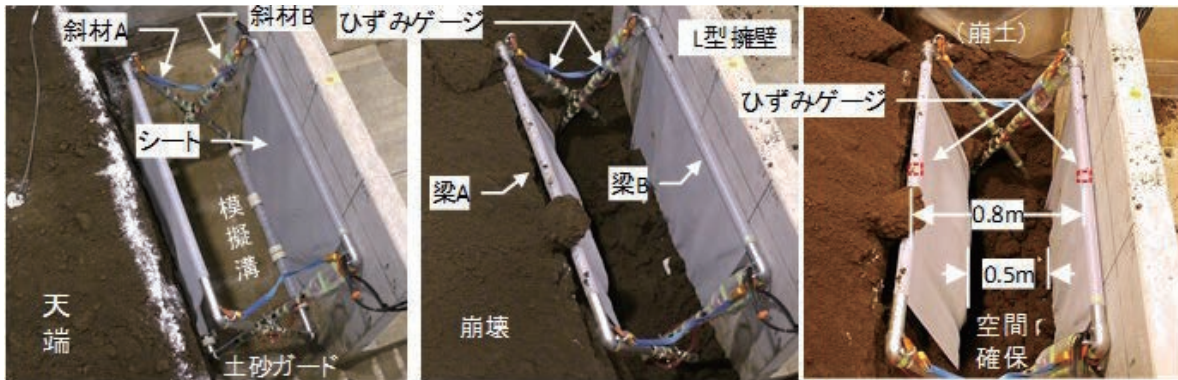


図-8 溝内に吊り降ろして開口する機序と崩壊土砂の作用



a) 崩壊前の溝に設置された土砂ガード b) 崩土に抵抗する土砂ガードの様子 (崩壊後) c) 側方から見た崩壊後の様子

図-9 崩壊前後の土砂ガードの状況

その構造は従来の土止め支保工に比べて大幅に軽構造化できると考えた。

図-8は抵抗機序の概念を示す。崩土からの土圧 q がシート材に作用すると張力 T が発生する。 T は端点で軸力 N とそれに直交する力 F に分解され、 F は溝の壁の反力 R とつり合う。したがって、理論的には斜材に曲げモーメントは作用せず軸力 N のみが卓越することになる。そうなれば部材の必要強度は押さえられ構造も簡略化できる。

(4) 生存空間確保に関する実験的検証

図-9は崩壊前と崩壊後の土砂ガードを上部から撮影した様子を示す。盛土開始前の溝内に設置した土砂ガードは床面と斜材の角度が約60度でありシートにはたたるみがあった。その後、崩土の荷重を受けたものであるがL型擁壁との間には空間が保持されている。図-9のa)とb)の比較から崩壊後に梁Aにほとんど変位が見られない。別角度の図-9のc)のとおり梁AB間の距離は0.8mとほとんど初期と変わらず保たれている。これは先の4.(3)で仮定した機序が再現されたことを意味する。すなわち、シート張力の分力と崩土からの力が自動的にバランスしたため梁Aはほとんど水平移動していない。

次に、シート材を見ると曲線的な張り出しが見られる。本実験では最も狭い部分で0.5mであり、崩土によってシートは0.3mはらみ出している。(独)産業技術総合研究所のAIST/HQL人体寸法・形状データベース^{*18}によれば腹部厚径の平均は204.7mm、腰骨幅325.3mm、背肩幅439.5mmとされている。したがって、幅0.5m以上の空間が確保できれば人的被害は防止できる可能性が高いことがわかった。

5. まとめ

地震や豪雨によって毎年のように甚大な被害が発生しているが、災害後に行われる救出活動や復旧作業でも2次災害が発生している。特に、土木関係の復旧では工事に時間を要することから労働災害も継続する。本論文では、特に土砂崩壊災害に焦点を当てその災害防止上の問題点を整理した。そして、その問題解決のための研究として「土砂崩壊の簡易危険検出システム」(MPSシステム)と「土砂崩壊の個人用保護具」(土砂ガード)の2つの技術を紹介した。

「MPSシステム」は、計測技術を利用した斜面の監視の提案であり、ここでは工事中の現場で利用しやすい簡易なシステムの提供を目的としたものである。「表層ひずみ棒」(MPS)という新たなセンサーを考案するとともに、計測と演算の機能を内蔵させた警報装置を開発してシステム化した。本システムは危険な兆候を検出するとライトとブザーで警報するものであり、さらに無線でその情報を伝達する。これまで行った実験からMPSは小さな変化を確実に捉え、崩壊約30秒前に実際に警報を発した。すなわち、目視では気づけない変化をいち早く捉えて、崩壊危険を「見える化」するものである。

「土砂ガード」は万一の崩壊時に生存空間を確保するためのもので、その構造は溝内に吊り降ろすのみで準備は終了し、特に組立ての必要がないものである。溝崩壊時の生存空間の確保性能を確かめるため実大規模の溝崩壊実験を行った。その結果、崩土を受けた土砂ガードは上部の梁間の距離がほとんど減少することなくシート部が張り出して崩土を受圧した。さらにその際に発生した部材曲げモーメントは十分小さな値であり、軽量なフレーム構造で十分支持可能なことがわかった。以上より、簡易的な手段で人的被害を軽減できる可能性が明らかになった。

土砂崩壊による労働災害を防止するためには、崩壊そのものを防止することが第一である。しかしながら、土という自然材料は強さを知ることが容易でない。また、地震や豪雨などの災害後は地盤が劣化しているため、その復旧工事には2次災害の危険がある。したがって、さらなる安全には、たとえ崩壊しても人的被害は発生させないための対策も講じておくことが必要ではないだろうか。

本研究では、危険な兆候が目視では判別しにくい土の変形について、ICTの利用による把握を試みるとともに、従来型の土止め支保工が利用しにくい小規模な溝掘削工事における被災防止の保護具の研究を紹介した。今後は施工現場等での実証試験による改善を継続しつつ、社会への普及にも努めたいと考えている。

《参考文献》

- ※1 伊藤和也、野田昌志、吉川直孝、堀智仁、玉手聡、豊澤康男、末政直晃：新潟県中越地震・新潟県中越沖地震における災害復旧工事中の労働災害に関する調査・分析、土木学会論文集F6（安全問題）、Vol.67, No.1, 27-40, 2011.
- ※2 労働安全衛生総合研究所ホームページ：東日本大震災の復旧・復興作業における労働災害分析結果（第6報）、https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/doc/kensetsu_kouji_rousai140303.pdf, 2015年1月27日掲載(令和2年7月20日参照).
- ※3 伊藤和也、高梨成次、堀智仁、日野泰道、吉川直孝、高橋弘樹、大幢勝利、玉手聡、豊澤康男：東日本大震災の復旧・復興工事における労働災害の発生状況に関する調査分析、土木学会論文集F6（安全問題）、Vol.69, No.1, 32-45, 2013.
- ※4 国土交通省：災害情報 東日本大震災(126報)、平成26年3月3日10:00作成、<https://www.mlit.go.jp/common/001054981.pdf>（令和2年7月20日参照）.
- ※5 消防庁国民保護・防災部参事官：令和元年度 救助技術の高度化等検討会報告書 土砂災害時の効果的な救助手法について 令和2年3月、pp.134-138, 2020. https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/post-52/05/kyuujo_houkokusyo.pdf（令和2年7月20日参照）.
- ※6 河原能久：平成26年8月広島豪雨災害調査速報、土木学会 web ページ「土木学会・地盤工学会平成26年広島豪雨災害合同緊急調査団の派遣」、<http://committees.jsce.or.jp/report/system/files/201408ka.pdf>.
- ※7 消防庁国民保護・防災部参事官付：平成26年度救助技術の高度化等検討会報告書 土砂災害時の救助活動のあり方について <資料編> 平成27年3月、p127, 2015. https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/kento142_40_houkokusyo_shiryou.pdf（令和2年7月20日参照）.
- ※8 石原研而：土質力学、丸善、pp23-24, 1995.
- ※9 建設業労働災害防止協会ホームページ：ICT研究開発事例、土砂崩壊の簡易危険検出システム、https://www.kensaibou.or.jp/safe_tech/ict/entry/003276.html（令和2年7月20日参照）.
- ※10 玉手聡：貫入型パイプひずみ計、特許公報、P4942348, pp.1-11, 2012.
- ※11 玉手聡、堀智仁、三國智温、伊藤和也、吉川直孝、末政直晃：斜面の浅い部分のせん断ひずみ計測による崩壊予兆の把握に関する大型模型実験、土木学会論文集C、Vol.69, No.3, pp.326-336, 2013.
- ※12 三國智温、玉手聡、堀智仁、末政直晃：崩壊部周辺における斜面表層のせん断ひずみ計測、第48回地盤工学研究発表会発表講演集、pp.1903-1904, 2013.
- ※13 YouTube：JNIOH Channel（労働安全衛生総合研究所）、土砂崩壊の兆候を「見える化」する新技術、<https://www.youtube.com/watch?v=-rG75ABzAr4>（令和2年8月6日参照）.
- ※14 玉手聡、堀智仁、菊田亮一、前田英樹：小規模崩壊に対する被災防止技術の検討、第54回地盤工学研究発表会講演概要集DVD、pp. 1951-1952, 2019.
- ※15 土止め先行工法に関する手順と留意事項 土止め先行工法とは：建設業労働災害防止協会、p.1, 2006.
- ※16 特許第6431239号、土砂遮断装置、2018.
- ※17 菊田亮一、前田英樹、玉手聡、堀智仁：溝崩壊に対する簡易ガードの基礎的研究、第54回地盤工学研究発表会講演概要集DVD、pp. 1953-1954, 2019.
- ※18 河内まき子・持丸正明：AIST/HQL 人体寸法・形状データベース2003、産業技術総合研究所 H18PRO-503, 2006.

北海道胆振東部地震に関連する緊急対策工事での 安全対策について

—ICT施工等により安全を確保—

岩田地崎建設(株) 北海道本店

土木部 次長 碓井 裕介

1. はじめに

2018年9月6日午前3時7分に北海道胆振地方を震源とする北海道胆振東部地震が発生した。地震の規模はマグニチュード6.7、震源に近い厚真町では北海道で観測史上初となる最大震度7を観測。

この地震により、震源に近い厚真町を中心とした広い範囲で斜面崩壊が多発し、崩壊面積は約13.4km²（札幌ドーム約44個）に及んだ。明治以降では日本最大規模（既往2位の平成16年新潟中越地震の約1.2倍）となり、同町では土砂災害により36人の尊い命が失われた。

また、苫東厚真発電所をはじめとする北海道内全ての発電所が一時停止し、北海道全域で大規模停電（ブラックアウト）が発生した。地震や停電の影響により、交通機関や物流、インフラへも多大な影響を与えた。

震源地から北に4.7kmに位置する2級河川厚真川の支流である日高幌内川では、大規模な斜面崩壊と尾根の滑動土塊により大規模な河道閉塞が発生した。

本稿では、大規模河道閉塞対策における初動から対策工事での安全対策について報告する。

2. 日高幌内川大規模河道閉塞の概要

河道閉塞位置を図-1に示す。



図-1 河道閉塞発生箇所

斜面崩壊の規模は幅約400m、長さ約800m、尾根の移動が約350mで、河道閉塞部の高さは約50m、閉塞部の土量は約500万m³と推定された（写真-1）。

大規模河道閉塞により地震直後から湛水が始まり、融雪期の出水に備えた対策が急務とされた。

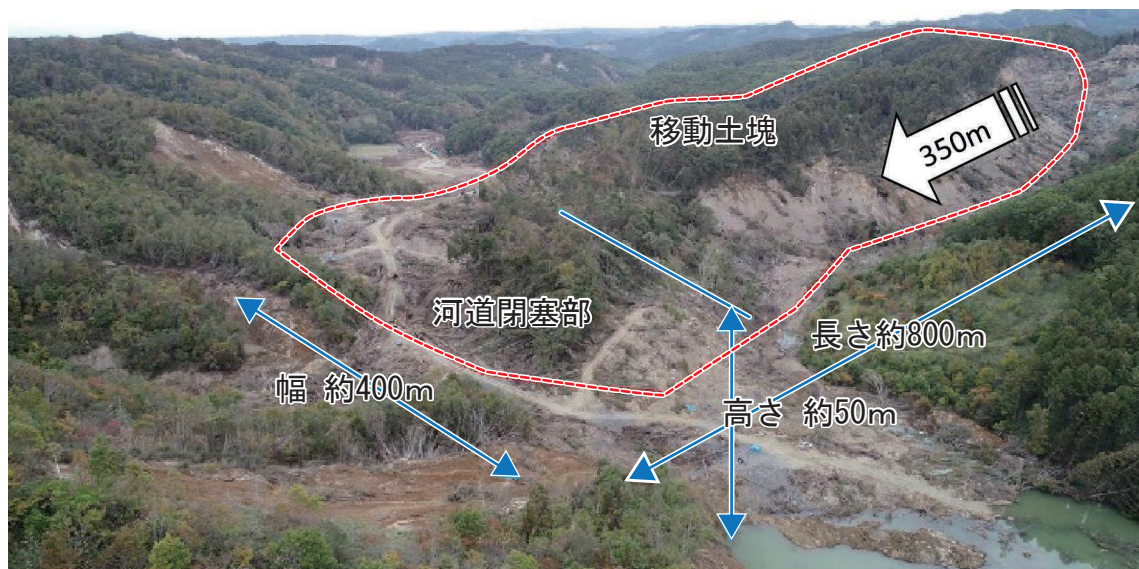


写真-1 移動土塊による湛水池の形成

3. 緊急対策工事初動における安全対策

2018年10月に国土交通省 北海道開発局 室蘭開発建設部の指示を受け、融雪期の出水に備えて緊急対策工事を開始した。

工事初動において、現状の把握と工事用道路の確保を行った。

現状の把握には現地踏査と測量が必要となるが、倒木が多数の上、河道閉塞箇所の上流では、すでに湛水が始まっており徒歩での移動も困難な状況であった。

対象範囲が広範囲かつ地滑り発生箇所での作業となるため、安全対策として現地踏査は複数人でチームを編成し、業務用無線および衛星携帯電話を携帯して行った。

工事着手前測量は測量時の安全を最優先とし、地表面の安全な箇所から UAV 写真測量で実施の方針であったが、前述のように倒木が多数あり正確な測量結果が得られないことを考慮し、UAV 写真測量ではなくレーザースキャナ搭載型の UAV で行った。

この方法だと UAV を離陸させ、自律飛行で測量を行い、地表面の倒木や植生をデータ処理でキャンセルできるため、安全で正確な測量結果が得られるほか、後述の3D モデル作成に使用する等、対策工事の計画立案や施工に役立った。

樹齢の進んだ長尺の倒木が多数でそのままでは運搬ができないため、切断が必要であった。

複数の倒木が折り重なった箇所が大半であるため、倒木にストレスがかかった状態となっており、人力で切断すると跳ね上がる等の現象が起り、事故原因となる事が予想されたため、林業用のグラップルアタッチメントにチェーン

ソーがついたアタッチメントを使用して切断を行い、運搬時の積み込みも行った。

倒木除去に補助作業員を必要としないため、安全に工事用道路の確保が行えた。

4. 緊急対策工事の設計概要

河川閉塞部の土砂が約500万 m^3 と推定されており、すべてを融雪期までに取り除くのは困難と判断されたため湛水池の水位監視・観測体制を構築し、河道内に堆積した不安定土砂等の再移動による二次災害を防ぐための緊急的な対策工事として、河道閉塞部の高さ50mを25m程度まで切り下げて水路を造成し、湛水した水を安全に流下させる方針が立てられた（図-2）。

協力業者との打合せや新規入場者教育の資料には3D モデルによる完成イメージを利用した。図面を用いての説明よりも格段に理解度が上がるため、各作業員が完成イメージを持って作業に当たることができ、打合せの際の勘違いを防いだり、作業時のリスクアセスメントに利用でき、安全面で大いに役立った。

融雪期までの限られた期間での施工となるため、護岸工の工法や水路線形の選定の際には、施工性や材料調達の可否等、施工者の意見も反映された。

湛水池から安全に水を流出させるための水路部の主な工種と数量を以下に示す。

- ・掘削工：340,000 m^3
- ・護岸工：13,000 m^3
- ・ブロック堰堤工：2基
- ・ブロック堰堤用4t護床ブロック：3,900個
- ・ブロック堰堤用4t護床ブロック運搬：L=60km

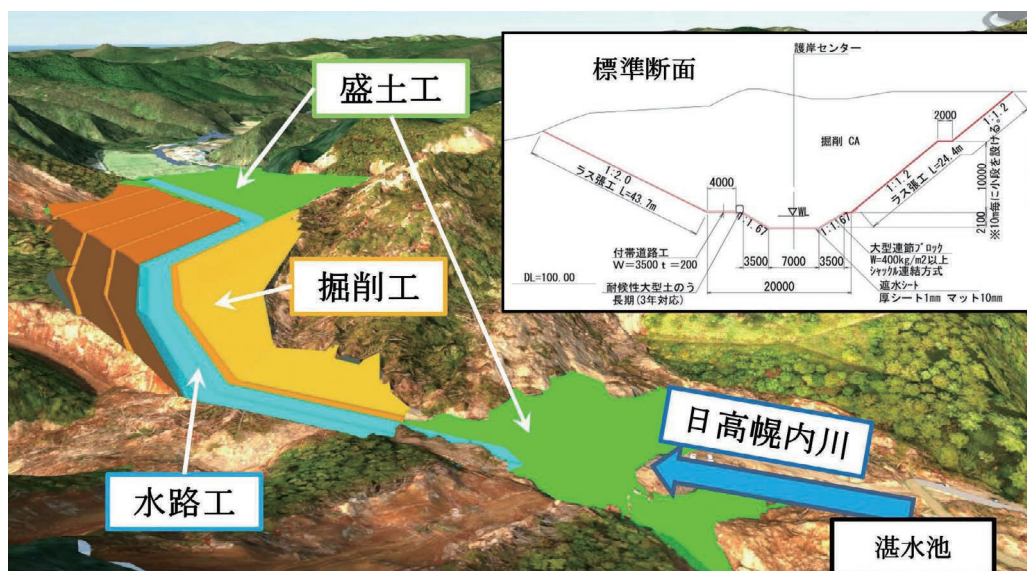


図-2 標準断面および完成3D モデル

5. 緊急対策工事における課題と安全対策

緊急対策工事は、2018年10月の開始から、融雪期となる2019年3月末日までの約半年間で完了させる必要があり、主な課題として以下の3点が挙げられた。

- ・大規模河道閉塞土砂（不安定土塊）上での作業とその安全対策
- ・水路工の施工ヤードの狭さ
- ・護床ブロックの長距離運搬時の安全対策と周辺住民への配慮

以下に実施した対策を記述する。

(1) 大規模河道閉塞土砂の崩壊への対策

大規模河道閉塞土砂上での掘削作業のため、湛水池の水位上昇が移動土塊の安定度に直結するので、水位上昇を抑制し安全に施工を進めるためにポンプ排水を計画した。

揚程差50m、配管延長1kmとなるため2か所に中継水槽を設け、各中継所および揚水箇所のポンプを総合制御し、毎分4tの排水で水位上昇を抑制した（写真－2）。

商用電力が供給できない状況で、ディーゼル発電機で対応したが、冬季の凍結や積雪でローリー車が発電機のある箇所へ行くには危険が伴うため、燃料はドラム缶を使用し不整地運搬車で運搬して対応した。

掘削には最大で約60台の重機類が同時に稼働していたが、それらの全ての重機に業務用無線機を搭載し、元請職員、協力業者職長も無線端末を携帯し、全重機と連絡が取れる体制とした上で大規模河道閉塞土砂の崩壊や法面の崩壊を想定した避難訓練を定期的に行い、非常事態に備えた。

(2) 照明設備

融雪期までに掘削を完了させる必要から24時間施工を行った。その際の照明設備は電源確保と移動が容易であり、災害対応で出動していた国土交通省 北海道開発局所有の照明車や可搬型の発電機一体型照明で照度を確保した。

(3) ICT施工

測量には自動追尾型トータルステーションやRTK-GNSS測量機器を導入し測量の効率化を図り、重機周辺に人が立ち入る時間を極力減らすように努めた。

GNSSによるマシンコントロール型のICT建設機械（0.8m³級バックホウ）を3台導入し掘削、法面整形を行った。

丁張設置の作業がなくなったことや、特に夜間作業時に掘削補助の作業員が重機周辺に立ち入ることがなくなったため、安全性が大きく向上した。

重機周辺が無人となるためオペレータが掘削作業に集中でき効率が上がった。

また、工程管理においては掘削工事の進捗管理に正確さが求められた。

大型重機が多数稼働する掘削箇所では測量を行うには人が立ち入る必要があり危険が伴うため、地上標定点を設置せずに UAV 測量が行え3Dデータを高速で作成できるコマツ社の Everydaydorne システムを導入した。

正確な掘削進捗を短時間で安全に把握できるので、適切な工程のフォローアップが可能となった。



写真－2 ポンプ排水状況

(4) スーパーロングブームバックホウの使用

護岸ブロックの施工に使用できるスペースは管理用道路部分の約4mと非常に狭く、移動式クレーンではアウトリガを最大張出で施工ができないため作業時の安全が確保できないと判断された。

護岸ブロック重量とクレーンの作業半径から検討し、ブロック設置用のクレーンは18mのロングブームバックホウ（クレーン仕様）を使用した。これにより安全な作業が可能となった（写真－3）。



写真－3 ロングブームバックホウによる護岸ブロック設置作業

広範な施工面積への対応で3セット同時に稼働していたが、ロングブームバックホウ（クレーン仕様）を使用していたので、護岸ブロックの搬入車両が通行する際も移動式クレーンと比較して容易に移動できるため、施工の効率化にも役立った。

結果、工期の3月末までに護岸ブロックの施工を無事故で完了し、水路部分については融雪期の出水に対して安全な状態とすることができた。

(5) 運搬車種の選定

護岸ブロックの運搬は冬期間の運搬であることとブロック搬出箇所が急勾配の林道を経由した場所にあるため、他の大型車両に比べて冬期路面走行性能に優れる10tダンプトラックを採用した。

運搬サイクルを短縮するためと市街地走行に伴うリスク低減や路面状況の良さから有料高速道路を使用して、最大35台／日のダンプトラックを使用して運搬を行った。

(6) 地域住民への配慮

ブロック運搬開始に伴い運行ルート周辺住民からの苦情発生が懸念され、事前にルート周辺の住民宅を訪問し災害復旧という事業目的を説明し、運行速度等のルールを定めて理解を得た上で運搬を行った。

(7) 運行管理

付近住民と定めたルールを厳守すべく、クラウド上で車速などの情報を管理できるGPSロガーをすべての運搬車両に配置し、クラウド上で運行速度のルールを定めたエリアを設定し、各車両に通知することで徹底を図った。

運行ルールを逸脱しそうな車両や、急ハンドル急ブレーキの挙動が見られた車両に対しては次の日の朝礼等で注意喚起を行った。

6. おわりに

融雪出水期までというタイムリミットがあり、設計と施工が同時進行している中で、これだけの施工量を終了させるのは非常に困難な目標であったが、発注者をはじめとする全ての関係者に復旧工事に対する使命感があったがゆえに無事故無災害かつ工期内で工事を完了させることができたと思っています。

最後に、全ての関係者にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

施工中の異常気象による災害発生リスク低減の取り組み

—大河川橋梁工事における災害防止の工夫—

清水建設(株) 北海道支店 土木部

中島橋作業所 工事長 北村 裕

1. はじめに

中島橋は、帯広圏の中核機能を有する都市と周辺3町とを連絡し、円滑な都市活動を支える骨格幹線道路網・4放射1環状の『環状』機能を担う位置にある(図-1)。

当工事は、一級河川十勝川と交差する地点に架かる中島橋が、昭和41年竣工から53年が経過し老朽化が著しく耐震性能も低いことから、河川下流側への橋梁架替え計画のうち、上部工の工事である。

2. 施工時の危険要素

(1) 河川増水による危険性

平成28年の台風10号接近時に各地にもたらした大雨により十勝川は『氾濫危険水位』を越え、河川敷全体が水に覆われ、支流では堤防決壊や越流が発生した(写真-1)。昨今、異常気象による大雨災害発生頻度はますます増加し、工事中であれば作業場所である河川敷に置かれた人、機材、資材に多大なリスクをもたらすことが予想された。



写真-1 台風10号接近時の十勝川

(2) その他に特に考慮すべき危険性

① 高所作業における墜落の危険性

当工事は移動作業車(ワーゲン)を用いての片持ち張出し架設工法を採用しており、移動作業車の組立・解体を始め、躯体施工全般において、多くの作業が地上から5.0m以上の高所作業となるため、一般的な土木工事と比較して、墜落災害のリスクが非常に高い(写真-2)。



写真-2 移動作業車組立状況

② 橋梁施工に従事する専門作業員の高齢化による危険性

近年作業員の高齢化が進んでおり、この現場においても例外ではない。高齢者の災害で最も多いのが墜落・転落災害やつまづきによる転倒災害等で、現場のいたるところに危険が潜んでいる。



図-1 中島橋位置図

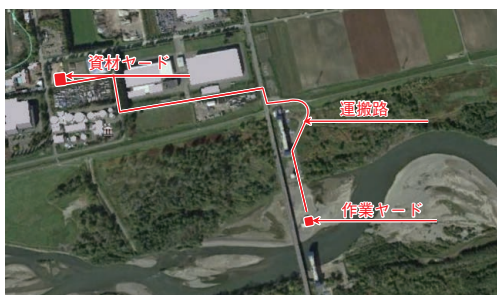
3. 災害発生リスク低減の取り組みと結果

(1) 河川増水に対する対策と結果

- ① 作業場所となる河床から500m離れた河川増水の影響を受けない現場事務所近くに資材ヤードを借用し、その日使用する資材を都度小運搬し、河川敷内には極力資材を堆積しないようにした。万が一十勝川が増水しても、10tトラックを使用して、1時間程度で機材・資材を河川敷内から運び出せる量とした（写真－3，図－2）。



写真－3 河川敷の使用状況（資材を堆積しない）



図－2 資材ヤード・作業ヤード位置図

- ② 昇降階段はユニット化された強力バンドを使用することで、少々の浸水時は水流に抵抗できるようにし、台風接近時等大幅な増水が予想される場合は、1時間以内に解体移動ができるようにした（写真－4，図－3）。



写真－4 強力バンドによる昇降設備

- ③ 自然災害防災システム「ZEROSAI」を導入し、気象庁から豪雨・台風等に関する注意報や警報が発令された場合は、主要な工事関係者にメールで自動通報されるとともに、作業場所に設置した電光掲示板にもその情報を表示し、タイムリーに現場作業員に知らせるようにした（写真－5）。また、大雨の気象予報発令時には、十勝川上流のダムの放流情報が3時間前までにダム管理者から連絡をもらえるようにし、早めに人や資材の移動を行い待避することで、増水時の備えとした。

組立



搬入

ユニット化され折りたたまれた状態で輸送・搬入します。



開く

連結治具を外し、吊り上げます。



組立（ピン差し）

斜材部と作業床部にピンを差し込みます。これで組立が完了します。



積む

完成したメガバンド材を所定の場所に積み上げます。バンド材の連結作業は内蔵されている作業床にて行います。昇降タラップもついており、これにて昇降できます。

解体



おろす

解体はユニット毎に吊り下げ地上に降ろします。ユニットの切り離し作業は内蔵の作業床を使います。



解体（ピン抜き）

斜材部・作業床部のピンを抜くだけで解体完了です。



たたむ

吊り下げを行う事により、ユニットの自重で折りたためます。



搬出

連結治具をセットし搬出します。

図－3 昇降階段組立・解体要領



写真－５ ZEROSAI 電光掲示板（表示例）

■ 当初、作業場所と資材ヤードの分離や早期情報入手による資機材搬出等の予防的対応の実施には、その必要性に半信半疑の者もいた。しかしその後、実際に河川増水を目の当たりにし、余裕を持った早めの対策の重要性を関係者全員で共有した結果、写真－６のように何度か増水に見舞われたが、軽微な損害もなく竣工を迎えることができた。



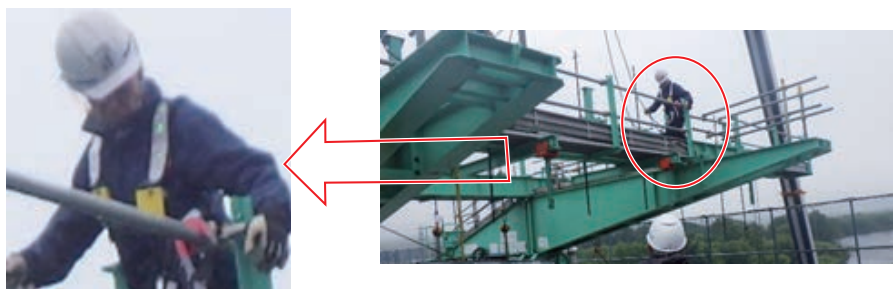
写真－６ 増水中の施工状況

（２）墜落災害防止対策

- ① 高所作業開始前には関係者全員で作業手順の周知会やミニ検討会を行い、リスクアセスメントにより危険作業を洗い出し、手順の見直しやリスクの低減対策等を決定するとともに、各自の役割や責任を明確にして安全作業への意識付けを図った。また、安全帯使用の『見える化』として、安全帯使用時に LED ランプが点滅する「GENTI MITEL（現地見てる）」を採用した。これにより安全帯不使用作業員が一目でわかり、現場作業員間で互いに注意し合うこと



写真－７ GENTI MITEL（現地見てる）



写真－８ GENTI MITEL 使用状況

で、現場全体の安全意識向上に大きく貢献した。

- ② 中央閉合部の施工は、当初移動作業車（ワーゲン）を解体した後、新たにつり支保工を架設・支保する計画とされていたが、地上から約15m上空でつり足場やつり支保工を組み立てる作業は、墜落や飛来落下災害の発生リスクが高い。そこで、片持ち張出し架設で既に足場が全面整備された移動作業車をそのまま使用することに変更し、高所作業を大幅に低減した（写真－９）。



写真－９ 中央閉合施工状況

- ③ 移動作業車の次ブロックへの移動時は、レール固定アンカーに設置した PC 鋼棒を移動作業車とつなぐ（移動作業車側は可動式にする）ことで移動量がわかるようにした移動制限装置により、万が一の逸走・墜落防止対策とした（写真－10）。



写真－10 移動作業車移動状況

- ④ 張出し施工完了部分には、コンクリート打設後直ぐに、コンクリート中に埋め込んだ単管ジョイントを利用して上床版の両側床端部に高めの単管柵、垂直養生ネット、幅木を設置した（写真－11）。墜落災害防止は勿論、養生柵が常に視界に入ることによって高所作業に対する作業員の恐怖心を和らげることや、下部作業エリアや河川内への飛来落下物による災害・事故防止に寄与した。



写真-11 床端部の仮設柵

■ 以上のような取り組みを通じて、計画段階から実施に至るまで墜落や飛来落下物による災害・事故を未然防止する意識が関係者全員に浸透し、災害ゼロを達成することができた。

(3) 高齢作業者の災害防止対策

- ① 高齢作業者の作業については、新規入場者教育時に過去の経験や体力、健康状態を把握し、例えば高血圧者は高所に配置しない等、作業員個々に適した作業場所に配置するように職長へ働きかけた。また、現場においては「1cmの段差もなくす」を合言葉に、作業床や安全通路の設置時に、大きな隙間を段差なく塞ぐ工夫を行った（写真-12）。

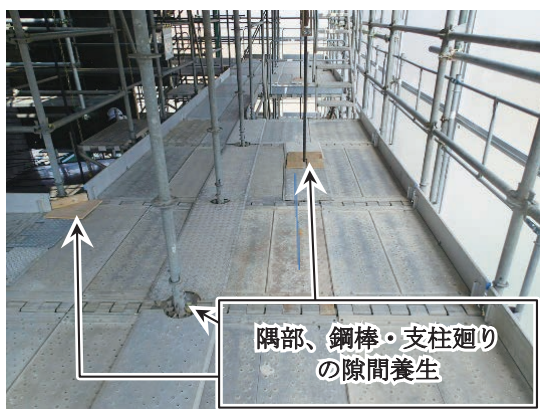


写真-12 安全通路設置状況

- ② 前項で述べたように新規作業を開始する際は、その都度周知会等を実施するが、その際、高齢作業者に配慮（高所作業、重量物を扱う作業は避ける等）した人員配置や作業内容を全員で確認した（写真-13）。



写真-13 周知会の実施状況

- ③ 統括安全衛生責任者による巡回を最低午前・午後の2回行っていたが、その際に高齢作業員に意識的に声掛けすることで、注意喚起とコミュニケーション向上を図った。

- ④ 毎日のKYM時に、高齢作業員が担当する場所に潜む危険、危険だからやってはいけないこと、安全な作業方法等を合番作業員全員で確認し、実作業時も元請係員や職長が声掛けと実施状況の確認を行った。

■ 当作業所では、一応60歳以上を高齢作業員として対応したが、高齢か否かを一律に年齢で決めるのではなく、入場時に直接面談し、入場初期には当人の作業状況を観察してどのような作業が適しているか判断することが重要である。また、作業員に巡回時に声を掛けると、作業所長が自分を心配してくれている気がする。これらの取り組みにより、躓き転倒災害や体調不良者による災害を防止できた。

4. おわりに

当作業所のように、長期間繰り返し作業が継続する工事におけるマンネリ化防止、ヒューマンエラー防止のためには、元請会社、協力会社の現場内コミュニケーションを向上させ、何でも言い合える環境づくりが大事だと感じている。

当工事の施工を進めるにあたり、所長方針の『安全最優先』を基に、作業所で決めた基本ルールの徹底を図り、職員、協力会社幹部、職長、作業員それぞれが自分の役割と責任を常に念頭に置いて、様々な安全活動に取り組んできた。さらには各協力会社の店社安全パトロール、災害防止協議会パトロール等の安全指導をいただき、約2年間の工事期間を無事故・無災害で終えることができた。

今後も担い手不足、高齢化は大きな課題である。品質・安全ともに次世代の方々への技術の伝承は今、現場を管理する我々の大きな責務と考えている。

葛葉下流山腹工における安全対策の取り組みについて

北陽建設株式会社

工事部 課長補佐 小林 信敬

テーマ：「安全の見える化」「労働衛生管理」

キーワード：気象観測装置・作業環境改善

1. はじめに

本工事は、平成7年の7.11豪雨災害による姫川の増水にて侵食を受けた、姫川本川の葛葉地区における山腹斜面对策である。急峻かつ長大斜面での法面工事を進める上で、作業中の事故や災害発生は重大災害に直結する。(写真-1)

当現場での作業全般は、人力による法面施工となるため、特に暑中期の作業では、熱中症発症のリスクが高まる。また例年は、ゲリラ豪雨の多発や、日平均気温や最高気温も上昇傾向にある。そこで、異常気象時の作業従事者への情報伝達方法について検討した。

また、本工事では、モルタル吹付作業や振動工具を使う人力施工が含まれていた。そこで作業環境の視点から、セメント類等の特定化学物質の取扱いや振動工具の取扱いにおける健康障害のリスク低減に取り組んだ。



写真-1 葛葉下流斜面 平成27年5月時点
※点線内 弊社施工範囲

2. 工事概要

葛葉下流山腹斜面は、新潟県糸魚川市大所地区に位置し、姫川本川への土砂崩落防止を目的として、北陸地方整備局 松本砂防事務所から発注されている工事である。弊社では平成26年3月から令和元年12月にかけて4工事を施工している。

葛葉下流山腹工は地形や地質によりブロックごとに対策工が検討されているが、現場全体と

して非常に緩んだ珪質頁岩の強風化帯～弱風化帯が分布する斜面であり、主に法枠工や鉄筋挿入工、落石対策工を施工している。

施工面積は当社請負分で約16,000㎡、施工箇所の法長最長部も200m近くある長大斜面である。風化帯が広く分布する斜面状態から、施工中の落石災害に対する安全性を考慮して、無人化施工機械による法面掘削機の活用（セーフティークライマー工法）や短繊維補強モルタルによる吹付工を提案して施工を進めた（写真-2）。



写真-2 無人化施工機械での法面掘削

3. 安全対策

以下に各テーマに沿って、現場にて取り組んだ安全対策事例を紹介する。

(1) 安全の見える化

【キーワード】気象観測装置

① 問題点

当現場は、急傾斜かつ長大法面での作業となり、一度法面でのロープ高所作業を開始してしまうと、移動や退避の煩わしさから高温や多湿等の気象条件の変化による作業中断の判断が後手になるおそれがあった。

そのため、熱中症の発症リスクも高く、さらには墜落・転落災害の原因にもなり得ると考えられ、気象状況の伝達方法を改善したいと考えていた。

② 対策

気象変化に対する災害発生予防のために、現場には当社開発による簡易気象観測装置（ハザード・アイ）を設置し気象観測

を行った。また、作業に従事している作業員に対して、電光掲示板を用いた気象観測データの情報伝達を行った。

ア. 気象観測

・気象観測装置(ハザード・アイ)(写真-3)

現場での気象観測に用いたハザード・アイは、気象観測装置と異常警報通報装置を組み合わせた気象観測システムである。ハザード・アイにより観測された雨量・風速・温度等のデータは、無線を介して web 上に更新されて、パソコン・携帯電話での確認が可能となるため、現場や現場事務所はもちろん、会社や自宅でも24時間現場の気象状況の確認が可能となる。



写真-3 気象観測装置（ハザード・アイ）

イ. 気象観測データの周知

・電光掲示板へのデータ表示(写真-4)

ハザード・アイの観測データを現場へ伝達するため、電光掲示板(ソーラー式カラーユニバーサルデザイン対応保安用品: NETIS CB-100003-VE)を設置した。電光掲示板には①最大瞬間風速、②平均風速、③時間雨量、④連続雨量、⑤温度が順番にリアルタイムで表示され、作業箇所から誰もがすぐに確認できるようにした。



写真-4 電光掲示板
ソーラー式カラーユニバーサルデザイン対応保安用品

ウ. 警戒基準の警報

・警報値到達時のメール送信

各観測値に対して作業警戒基準値等の警報値を設定することで、警報値を超えた場合には、ハザード・アイと連動した無線警報システムにより現場および現場事務所に設置した回転灯やサイレンを作動させた。また、これらの警報に合わせて、警報メールが携帯電話やパソコンに自動送信されるため、現場の警報が届かない場所に居ても警報値到達の確認が可能となる。そして、温度と湿度も観測しているため、熱中症対策として WBGT 値についても警報が出せるように設定した。

③ 効果

上述した気象観測装置、電光掲示板および無線警報システムは、全てソーラー式での電源供給が基本となるため、仮設電源等の確保も不要であり、電源確保が難しい河川内や山間地の工事現場でも効果的である。そして、電光掲示板の視認性が非常に高いため、離れた場所からでも十分に文字の確認が可能であった。

(2) 労働衛生管理

【キーワード】作業環境改善

① 問題点

本工事では、現場練りのモルタル吹付や削岩機等の振動工具による作業が含まれていた。吹付工に使用するセメント類の取扱いでは、目の損傷や呼吸器障害の発症リスクが潜む。また、振動工具を使用しての作業では、使用工具の振動レベル、使用時間に伴う曝露条件により振動障害の発症リスクが潜む。両者ともに、障害発症時には、現場作業のみならず、日常生活においても支障をきたす恐れがある。そこで、作業に伴う各障害の発症リスクとなる有害要因を取り除く『労働衛生管理』の視点にて、作業環境の改善について検討した。

② 対策

ア. 作業環境管理

・掲示物の工夫と作業エリア明示(写真-5)

吹付プラントにおいて、セメント類取扱い作業における注意喚起を掲示物で工夫した。当該作業での保護具着用を促す掲示とともに、立入制限を目的としてコーン等で作業エリアの区分けを行った。



写真-5 作業エリアの明示

- ・飛散セメント粉じんの回収(写真-6)

セメントを攪拌する際に飛散する粉じんを最小限に抑えるため、攪拌機材の周りをシートで覆い養生した。さらに、材料投入口付近には、井戸内作業等で用いられる送風機の吸気側ダクトを設置して、吸い込んだ粉じんを排気ダクトから外部に排出することにより、吸引した粉じんを集じん袋に回収できるようにした。



写真-6 送風機による粉じん回収

イ. 作業管理

- ・リスク説明、保護具使用(写真-7)

削岩機を使用する作業従事者に対して、安全教育で振動工具取扱いに関するリスク説明を行い、保護具(防振手袋)を配布し、作業時間の管理を指導した。



写真-7 保護具を使用しての作業

ウ. 健康管理

- ・朝礼時の体調確認

朝礼時は、血圧測定やヒアリングを行った。

③ 効果

吹付プラントでの粉じん対策は、粉じん飛散量の大幅な減少が確認され、直接的に有害要因を除去することにより、作業環境を改善する取り組みとなった。今後は、法面での振動作業でも、保護具だけではなく、使用機械や補助器具の見直し等により、振動障害の発症要因を除去することにより、作業環境の改善と労働者の健康保持増進に取り組むたい。

4. 考察

各現場を通して、気象観測装置と連動した電光掲示板を活用した気象観測情報の『見える化』に取り組んだが、機材設置や、稼働中のメンテナンス、そして撤去も容易であった。これらは、初期投資を考慮しても、電力供給不能な山間地工事や災害発生地域での活用等を想定した場合でも、十分効果が得られたと考えられる。

そして、当現場のように施工範囲が広範囲に及ぶにつれ、各作業員の安全意識向上の工夫が求められてくる。電光掲示板にリアルタイムで観測データを確認できる状態とすることにより、警報が作動してからの避難行動ではなく、常に各作業員が危険を予知する安全意識の高まりを感じられた。日常のKY活動や点検実施の積み重ねは当然だが、現場の注意点が『見える』作業環境は、安全意識の向上および活性化につながったのではと感じている。

そして、労働衛生管理の視点から見た作業環境を改善させる取り組みは、『i-Construction』を始めとした現場での生産性向上とともに、入職者減や高齢化により減少傾向にある建設作業者が、長期で作業を担ってもらう上で、労働者不足解消という観点においても、有効な方法の一つではないかと考えられる。

5. あとがき

昨年度の工事期間中には、台風19号の接近もあり現場周辺の住民の方々にも避難勧告が出されました。避難の際、近所にお住まいの方が、現場の気象観測装置の雨量データを確認できるように携帯電話を設定してもらえないかと現場事務所にお見えになりました。幸い台風での被害もなく、お元気な様子でお礼の言葉もいただき、現場の安全対策が現場以外でも有効活用された一例となりました。

最後となりますが、発注関係者をはじめ、工事関係者、地元の皆様方からの御指導ならびに御鞭撻いただいたことと無事故での工事完成に、深く感謝申し上げます。

雲仙地区特有の安全対策と ICT/IoT の活用事例

—ICT/IoT を活用した安全管理と省力化—

(株)吉川組

赤松谷川 2 号導流堤嵩上げ工事 監理技術者

満尾 裕也

1. 工事概要と現場特性

本工事は雲仙普賢岳山頂に存在する溶岩ドームの崩壊に伴い発生する岩屑なだれや、崩壊後に発生が予測される土石流が居住地域に氾濫することを防止するために行う導流堤の嵩上げ工事であり、施工箇所は土石流発生や溶岩ドーム崩落の恐れのある危険な流域である。

特に雲仙地区特有である溶岩ドームの存在は、工事を安全に進める上でとても大きく、不安定に存在する火山岩・火砕流堆積物の風化や劣化に起因する大規模崩落が起こり得る可能性は決して低くはない。また、近年多発傾向にある「地震」により崩壊が誘発される懸念もある。そのため付近には、土石流の発生や溶岩ドーム崩壊の兆候を監視する施設があり、緊急時にはサイレンやフラッシュライト等で警告し、監視施設を一時避難場所として利用する体制となっている。なお、この監視施設（通称、大野木場砂防みらい館）はシェルター構造である。

本工事の施工内容は、既設導流堤の嵩上げとして流路工（巨石積み、路体盛土）および覆土を行う工事である。付帯工事を除く部分に工期的な制約がある中で、他工種混在作業による接触事故等のリスク回避と、作業効率化および省力化を図り緊急連絡体制を含む作業環境の整備を行うことが課題であった。

施工数量は以下の通り。

- ・掘削工（ICT） $V=5,600\text{m}^3$ ・盛土工（ICT） $V=21,000\text{m}^3$ ・巨石積み工 $A=1,420\text{m}^2$ 他



写真-1 溶岩ドームと施工位置の関係

2. 緊急連絡体制の確保と問題点

(1) 問題点

溶岩ドームから施工区域までの距離は直線で約3kmであり万一崩壊した場合、落下速度は時速80～100km/hに達するといわれている。よって、溶岩ドーム等の崩壊方向にもよるが現場までの到達時間は3分程度と予測される。その限られた時間の中で、避難場所や一時避難場所に向けて初動を早くするには、実際に現場で働く作業員が確実に緊急連絡に気付けるかどうか課題となる。

基本的には、監視施設からサイレン等で避難警告を発せられるが、現場従事者がそういった緊急警報や連絡に気が付かず逃げ遅れることが最悪の事態である。

緊急時の連絡体制で懸念される事項が2つ。

ひとつ目は、基本的に緊急連絡は既存設備を使用し避難警報を発する仕組みとなっているが、重機作業がメインの場合オペレータは作業に集中しバケット方向に視線が集まりやすいこと、また重機そのものの騒音等で警報に気づかないことが予測される。

ふたつ目は、既存の警報設備は当施工現場より一段下がった位置にあり確認できないこと。また本工事施工箇所は携帯電話の電波状況がかなり不安定であるため通話が途切れることや圏外になることがあり、携帯電話による緊急連絡は不安がある。



写真-2 施工現場周辺の様子①



写真-3 施工現場周辺の様子②

(2) 緊急連絡体制の確保

避難経路・方法・場所が確立されていることを前提に、これら問題点を解決するため行った対策は、緊急連絡の方法は重機のオペレータが確実に気付くように、稼働する全ての重機の操作室内部に警告灯とブザー装置を取り付け、さらにオペレータにはトランシーバを装備させる工夫を行った（図-1）。

この重機内の警告灯などを作動させるには、手動スイッチ（携帯式の送信機）が必要になるが、これは監視所に予め設置し、緊急時に操作してもらうよう常駐している監視員に依頼している。現場担当者も送信機を携帯することにより、打合せ等で重機作業エリアに立ち入る場合の連絡合図としても利用できる。

大雨や24時間の累積雨量に対する作業中止基準、有感地震発生時の退避など流域工事で共通の対策は定められているが、地震発生については重機作業中は気づき難く、また監視所からの緊急連絡のタイムラグを小さくし、避難や避難準備の初動を早くすることを目的に稼働中のバックホウに緊急地震速報機を設置し地震対応に備えている。

3. ICT/IoT を活用した安全管理と省力化

(1) 働き方改革の壁（問題点）

働き方改革とは、一人当たりの負担を減らし休日を確保することだけが目的でなく、一人当たりの生産性を向上させることが本来の目的である。当然のことではあるが、安全管理を軽視し労働災害などを起こすと、著しく生産性が低下する。

それを理解した上で、安全だけでなく現場のトータル管理を行うには、人材不足であることは否めない。当現場の施工管理は、ほぼ一人。施工現場に常駐し安全管理や監視を行いたいのが他の実務もあり時間が限られ、また、社内支援を求めても、稼働している現場はほかにもあるので難しい状況であり期待できない。その現状でどう安全管理を行うかが課題である。

(2) 施工時の問題点

本工事の施工時には3つの重大リスクが存在する。

- ・盛土施工班と巨石積み施工班の一時的な競合作業による接触リスク。
- ・重機と人力作業エリアは分離するが危険軽視等による侵入リスク。
- ・タイヤローラー転圧時、施工端部からの滑落・転落災害のリスク。



図-1 オペコールの利用（警報システム）

(3) ICT/IoT を活用した安全管理と省力化

前項の問題点を踏まえ、基本的な安全対策は行っていることを前提に説明する。

① 作業者接近検知システム+自動停止（写真－４）および緊急ブレーキ搭載タイヤローラー

重機による「挟まれ」や「ひかれ」は建設現場において発生した場合、重大災害となる確率が高い、そのため重機作業半径内への立入禁止措置とし作業エリアの明示やA型バリケードで行っているが、それでも危険軽視や近道省略行動本能から作業エリアへの進入は考えられることである。そこで二次対策として「自動停止ユニット」を利用した作業者接近システムを使用し事故発生のさらなる抑制に取り組んだ。このシステムは、設定したエリア内（本工事では半径3m）に人や障害物を検知した場合に、重機内部とヘルメットに付けている小型警報機の警告音を鳴らし作業者に気付かせ、さらに重機を停止させるものである（エンジンを停止させるものではない）。設定エリア外になると重機の操作は再び可能となる。緊急ブレーキ搭載タイヤローラーについては使用目的が同様であるため、ここでの詳細は割愛する。



写真－４ 作業者接近検知システム+自動停止

② ICT 建機を利用した作業分離措置

ICT 建機（MG・MC バックホウ）に標準搭載されている禁止区域設定（※メーカーにより名称の違いあり）を利用し、セフティコーンやA型バリケードを設置することなく作業エリアの分離措置を行っている（写真－５）。この設定により禁止区域に入ると重機内部の操作モニターが点滅し警告音が鳴るため視覚・聴覚で禁止区域を把握することが可能となり、接触事故抑制になる。また作業禁止範囲を立体的に設定することにより、架空線接触防止対策としても有効である。



写真－５ ICT 建機を利用した作業分離措置

③ 転圧バケット+ ICT（写真－６）

盛土部の端部や路肩はタイヤローラーで作業を行うと、滑落や転落のリスクを伴う。また、安全距離をとって転圧作業を行う方法もあるがその場合、品質面でグレーゾーンとなる。当現場で行っている転圧バケット+ICTは法面や端部の締固めを振動時間で管理するシステムであり、施工端部など転圧ローラーが使用できない部分を安全な位置から転圧し、端部の締固めを適切に行うとともに重機の転落災害防止に繋がっている。

またICT機能を付加しているので振動時間による締固めの可視化が可能になっている。



写真－６ 転圧バケット+ICT

④ クラウド型ウェアラブルカメラによる安全管理（写真－７）

定点カメラなどの設置型では確認ができないような場所でも、職長や現場管理者にウェアラブルカメラを装備させ現場の映像をリアルタイムやデータ保存で共有しながら、安全巡視や作業状況の確認を行っている。

また重機作業がメインの場合、重機に装着することによりドライブレコーダー代わりに利用するとともに、熟練オペレータの作業手順を記録し経験の浅いオペレータへの教育資料として利用する等の取り組みも行っている。



写真－７ ウェアラブルカメラによる安全管理

⑤ その他取り組みについて

ほかに、総合気象システムとLED電光板の組み合わせにより、風速や雨量・気温などの見える化、作業中止基準に達した際に作動する警報器の設置による聞こえる化の取り組み、タブレットを利用した安全巡視と記録、VRを用いた死亡災害等の疑似体験などのIoTを活用した取り組みも行っているが、これらは一般的になりつつあるのでここでは省略する。

4. おわりに

工期が逼迫し工程優先になると人は不安全と分かっているが省略行動などを起こしやすく、また監視員を配置してもそういう行動は承認（黙認）されやすい。だからこそ感情が入らないシステムに頼った方が本質的には効果的と考える。ICT/IoTを活用した機械的システムに置き換えることで監視員を常時配置する必要性も低くなり、それが省力化・生産性の向上に繋がっている。現場管理においても人材不足等で増員が見込めない以上、昼は現場、書類は夜というスパイラルを脱却するには、このようなICT/IoTの活用は欠かせない。

しかし、安全対策も含むICT施工や新技術は使用すれば確かに効率化を得られるが、導入しただけでは効率化されない。ICTなどの新技術（ツール）を使用し活かすのは、システムではなく「人」であることに留意すれば、より本質的な安全対策・施工の省力化に繋がっていくと信じています。本論文で紹介した取り組みが、一つでも参考になったと思ってもらえるなら幸いです。