

月刊推進技術

<http://www.lsweb.co.jp/micro-tunnelling/>

月刊推進技術 検索

公益社団法人 日本推進技術協会

<http://www.suisinkyo.or.jp>

e-mail:info@suisinkyo.or.jp

特集

きびしい施工条件を克服
鋼製さや管方式編

6

Vol.25 No.6
2011(平成23年)



解説 鋼製さや管

地すべりをとめる

～ロックマン工法の地すべり対策工事への適用事例～



あきやま だいち
秋山 大一

ロックマン工法協会技術委員
八千代エンジニアリング(株)

1 はじめに

ロックマン工法（以下、本工法）は平成2年の施工開始以来、施工件数、施工延長ともに増加をたどり平成21年度では年間施工件数256件、施工延長23.0km（累計：4,074件、294.8km）となった。

本工法は当初はその名称の通り岩盤対応機として開発されたものであった。このため岩盤を効率よく破碎する方法としてトリコンビットを装備することとなったが、こうしたマシンは、開発当時はまれであった。

トリコンビットの破碎力が極めて強力であることから、掘進が困難とされてきた玉石、転石などへの適用が増加し、現在では図-1に示すように全体施工量の72%程度が玉石・転石などの地盤が占めるようになった。

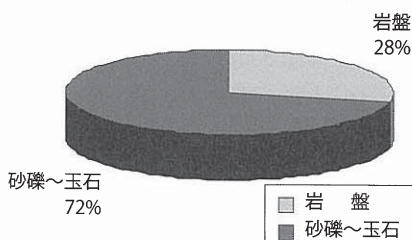


図-1 ロックマン工法の掘進土質別内訳

本稿では、本工法が20年にわたり採用をいただいた理由について考察するとともに、「地すべりをとめる」と題して地すべり対策工事に対応した施工事例を紹介する。

2 ロックマン工法の特長 ～淘汰されなかった理由～

本工法が施工開始以来20年以上に渡り多くの自治体、施工業者、コンサルタントの皆様よりご採用をいただいたことは、協会員一同の大きな喜びであり、誠実に取り組んできた賜物であると考えている。

ここでは本工法が多くの御採用をいただいた理由について考察してみたい。

▶掘進困難な土質をターゲットにする

本工法が多くの採用をいただいた第1の理由は、「掘進困難な土質」をターゲットとした工法であることと考えている。

玉石・転石層は礫径、礫の強度、含有率、点在状況などまさに様々であり極めてリスクの高い工事と言える。このため開発当時はこうした土質に取り組む工法は少なく本工法は想定外の礫・転石に遭遇した場合の「お助けマン」としての道を歩むこととなった。

こうした困難な土質に対応する中で、ビット配置、トルクと推進力のバランス等について協会員各社の試行錯誤の繰り返しを経て安定した掘進のノウハウを確立することができ、今日の採用につながっているものと考えている。

▶対応管種を拡大してコストを下げる

本工法が使用する管材は、岩盤層、玉石・砂礫層などの硬質な土質を対象としてきたため、開発当初は鋼管さや管方式を原則としてきた。

その理由の第1は、ヒューム管では玉石・砂礫層などでは蛇行を生じ易いこと、第2は掘進土質が硬質な場合、カッターがロックされることで先導体に生じるローリングにより後続管が破損する懸念が高かったためである。

また、鋼管さや管方式は通常の一工程方式にはない内管挿入、中込め注入などの工程が存在し、こうした手間が工事費を高くしているとの指摘があった。

施工実績を重ねる中で、協会員各社の施工熟練度が向上するとともに、レーザーターゲットの改良、マルチジャッキの開発によりさらに施工精度が向上した。

こうした背景から当工法では鋼管さや管方式に加え、合成管、ヒューム

管、レジン管等に対応することで内管挿入、中込め注入を無くし、コスト縮減という社会的な要請に応えることができたと考えている。

▶同一の先導体で複数口径、多管種に対応する

当工法の特長のひとつは表-1に示すように、同一の先導体で多管種、複数口径に対応可能なことである。これはロックマン工法の協会各社の意見や発注者からの要望に応えた結果であり、協会各社には多様な使用方法を提供し、発注者には稼働率の高い安価な機械を提供することができたものと考えている。

▶現場の創意工夫が改良の原動力

玉石・砂礫層は性状が大きくばらつくことが一般的であり、一律な施工方法に頼ってはいは対応が難しい現場が生じてくる。これまでロックマン工法の多くの実績を支えてきたものは、協会各社による施工状況に応じた様々な創意工夫によるところが大きい。

本稿では、山形県鶴岡市の地すべり対策工事の事例を紹介しているが、その中でも様々な工夫が施工者により行われ、こうした積み重ねがマシンの改良に結びつき、さらなる発展の原動力となっている。

3 地すべりをとめる
～最近の施工事例から～

ここでは、山形県鶴岡市七五三掛(しめかけ)地区で発生した地すべり対策工事の中で、本工法を採用した事例を紹介する。

2009年2月、近隣住民により地すべりが原因とみられる亀裂が発見された。その後融雪に伴い変状が拡大し、道路、家屋等の被害が発生するに至った。

地すべりの規模は幅650m、長さ1,050mにおよび、半年程度の期間に6,000mmを越える地表面の移動量を

表-1 先導体と対応管種・対応管径(φ・mm)

先導体呼径	鋼管	合成管	ヒューム管	レジン管
400	400	300	250 300	250 (RT) 300 (RT, RS) 350 (RS)
500	500	400	350	350 (RT) 400 (RS)

記録した地点も生じている。

地すべりの移動が極めて速いことから緊急対策が必要となり、山形県知事、鶴岡市長等から国土交通省に対して対策工事の要請が出された。本工法は当該地区で地すべり対策工事の一環として集水井間を結ぶ排水管の推進工事を担当し都市土木で培った技術と現場の工夫により無事工事を完了することができた。以下に本工事の概要を報告する。

3.1 鶴岡市七五三掛地区の
地すべり対策工事の概要

(1) 工事位置

本工事は山形県鶴岡市七五三掛地区における地すべり対策工事の一環である。

施工場所は図-2に示すように鶴岡市の南東部に位置し月山の北西部の山麓地帯である。七五三掛地区は、即身仏を祀る注連寺や映画「おくりびと」のロケ地となった家屋がある集落である。

(2) 地すべり地区の地質構造

七五三掛地区の地質概要を下記の図-3に示す。地すべり土塊は、粘土層と粗粒玄武岩起源の崩積土である。基盤層は凝灰岩、泥岩、砂岩を主体として構成され、概ね流れ盤の地質構造を構成している。すべり面は、崩積土直下の凝灰岩や泥岩、砂岩の風化・変質した層に発達しているものと考えられる。



図-2 施工位置

出典：yahoo地図

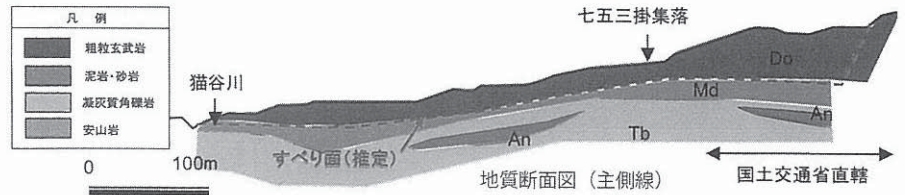
(3) 地すべり対策工事の概要

当該地の調査結果によれば、地すべり対策工事のポイントは滑动域上部斜面において地すべり地内に流入する地下水を排除すること、および地下水位を低下させることにより地すべり現象を抑制することが必要であった。

このため七五三掛地区集落部における地すべり対策として、図-4に示す地下水排除を目的とした集水井による対策工事を実施することとなった。

集水井の形状は、φ3.5mの円形であり、深さは、20mから最大で40mに達する。

集水井の土留め工法は、ライナープレートを用いた深礎工法（写真-1）により掘削を行っている。



出典「七五三掛地区地すべりへの対応」国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所資料より

図-3 七五三掛地区の地質構成

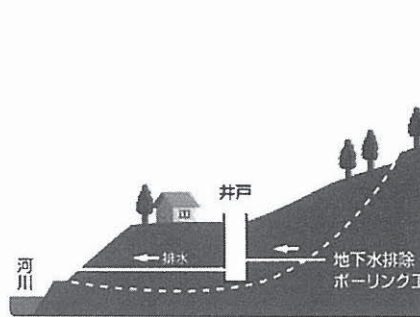


図-4 集水井工の模式図



写真-1 集水井

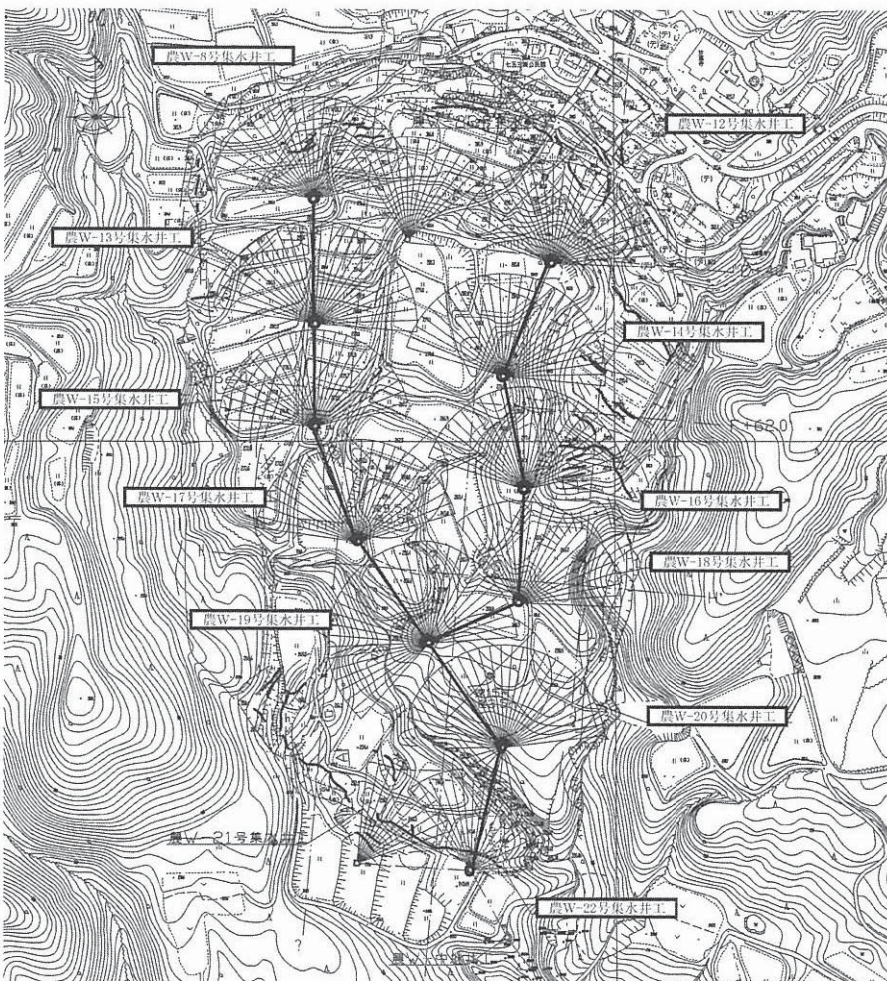


図-5 地すべり対策工事の概要図

集水井からは8基程度の水平ボーリングを行う。水平ボーリングは内径90mmの排水管（鋼管）を5度勾配で設置する。

集水井間は排水管により接続して放流を行う。本工事で採用したロックマンエース工法は図-5に示す農林水産省の担当する地区で10スパンの排水管（鋼管φ400mm、全長L=945m）の施工を実施した。なお今回の施工中、1スパンの最大の推進延長は105mである。施工者は当工法協会会員である下記2社が担当実施した。

【施工者】

- ・グルンド興機(株)
(東京都西多摩郡瑞穂町)
- ・沼田建設(株) (山形県新庄市)

参考までに、図-6～7に当工法が担当した一例としてW-16～W-18区間の図を示す。

3.2 施工上の問題点

排水管の推進工事に際して問題となった点を整理すると次のようになる。
①発進立坑となる集水井φ3,500mmのスペースで掘進が可能であること。

- ②集水井の深度が図-8に示すように40m程度と大土被りであっても排土が安定的に行えること。
 - ③排水能力を満足する口径φ300mm程度の管きよを礫が不規則に混在する崩積土の中で掘進することが可能であること。
 - ④高い地下水圧に対抗して切羽のバランスを確保しながら掘進が可能であること。
 - ⑤上部に市道や家屋があるため周辺への影響が少ないこと。
 - ⑥敷設深度が深いため、掘進不能となった場合、上部からの掘削は極めて困難である。このため、掘進機の引き戻し等の対応が可能であること。
- 以上の点を考慮して本工事においては、ロックマンエース工法を採用することとなった。

3.3 排水管の施工と施工上の工夫

崩積土の内部は礫や粘土が混在した状態であるため掘進途中では土質がめまぐるしく変化し日進量が不安定となった。礫径についても通常の堆積土層とは異なり、ばらつきの大きい状態であり、全く予想がつかない状況である。

このような性状がばらつく土層を掘進するためには、強力な礫破碎力が必

要不可欠であり対応礫径に制限がある工法では施工が難しい。こうした面から、ロックマン工法は本工事に適合性の高い推進工法であり礫などの支障物については、前面のトリコンビットで破碎したため、掘進不能に陥ることな

く施工できた。

岩盤部は強度20MN/m²程度であり、掘削能力に問題はなかった。しかし掘進岩盤が、風化凝灰角礫岩から泥岩に変化する区間では、岩盤の切削時に生じた細粒分がカットに付着して日

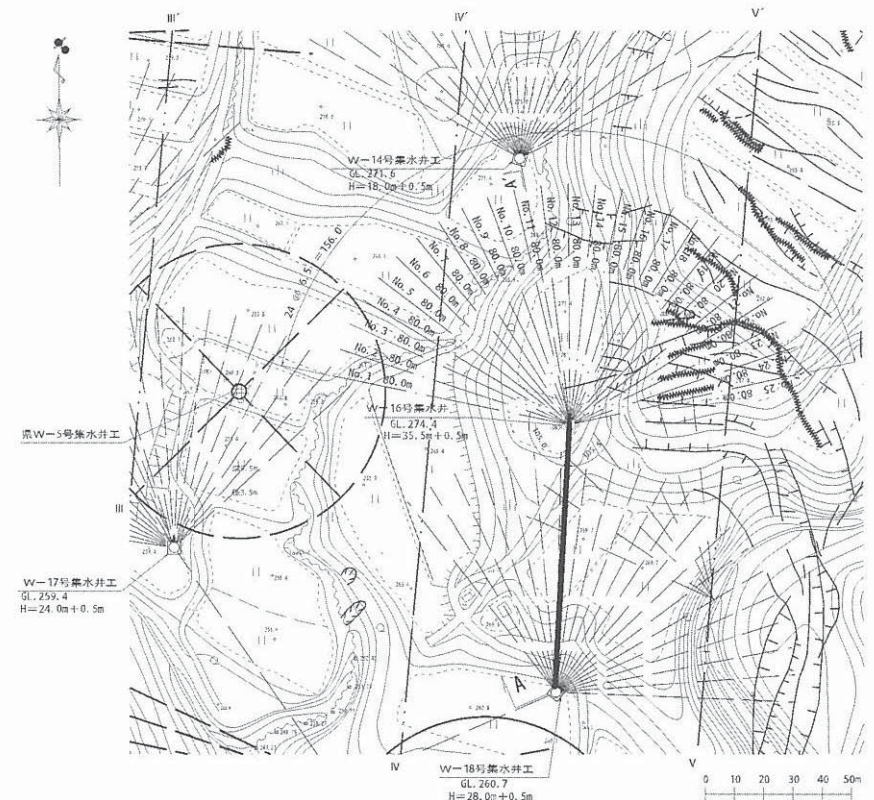


図-6 W-16~W-18推進工平面図

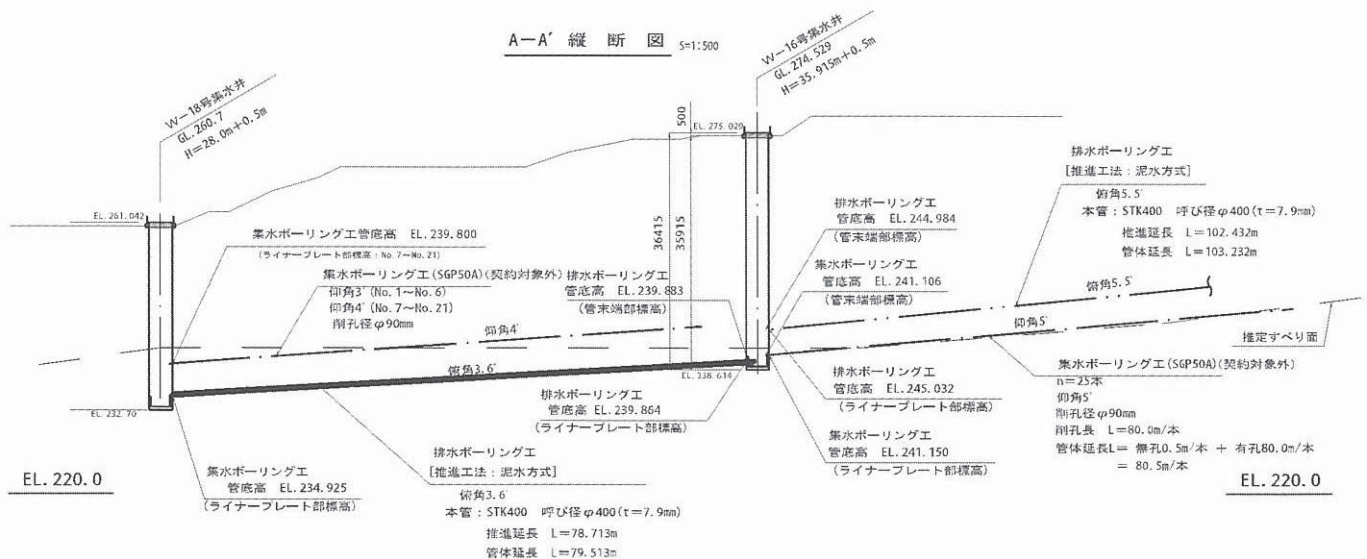


図-7 W-16~W-18推進工縦断面図

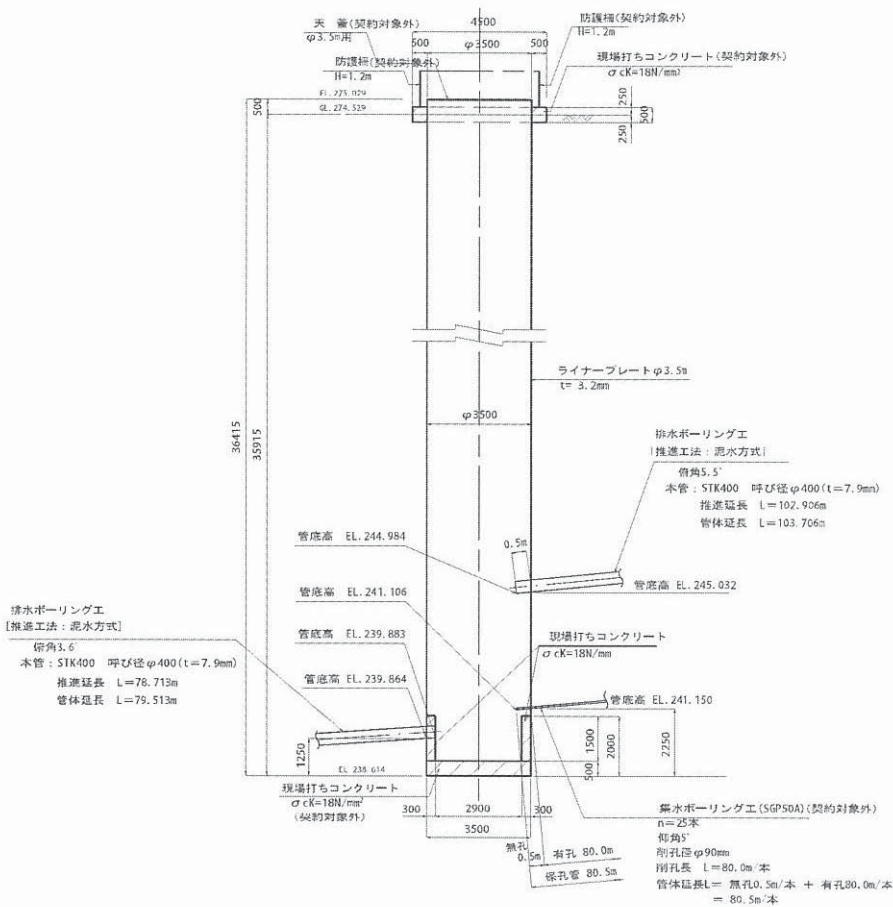


図-8 W-16集水井

進量が極端に低下する事態が発生した。

これはトリコンビットの周囲に泥岩由来の細粒分が付着し、カッタの切り込み深さが確保できなくなるために起きる現象であり、堆積岩を掘進する場合の大きな問題点である。

これに対して、前面のウォータージェットにより細粒分の付着をクリーニングしながら掘進をおこなうとともに、前面の開口率をアップして取り込みが円滑に行えるよう改善することで対応することとした。これにより、日進量の低下を改善することができた。

また立坑深が40mと深いため従来の排泥ポンプ能力では地上までの排泥が不可能であった。そこで図-9に示すように立坑の途中 (GL-10m付近) に中継ポンプを設置して段階的に排泥を行うことで対応した。これによりスムーズな流体輸送が可能となった。

今回使用したロックマンエース推進機と到達状況を写真-2、3に示す。

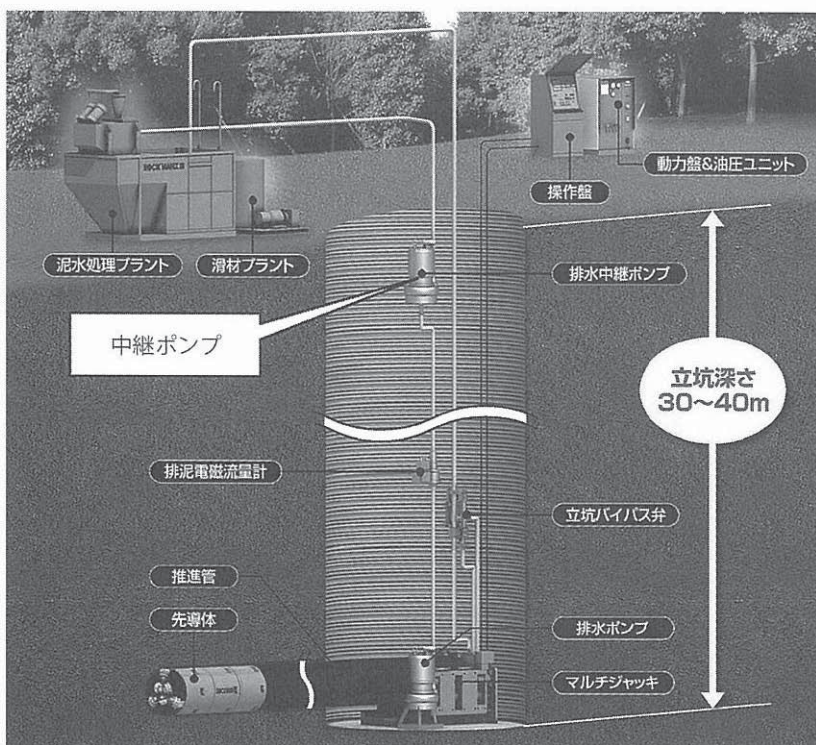


図-9 施工模式図

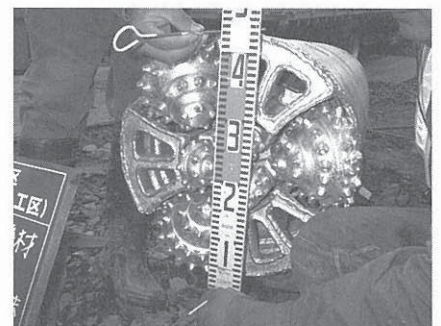


写真-2 ロックマンエース推進機φ400mm

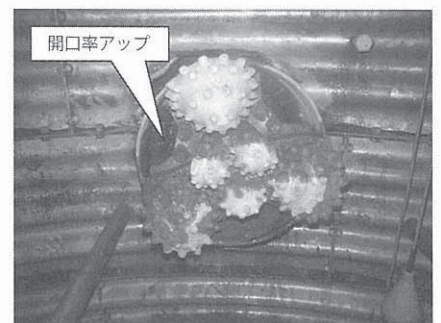


写真-3 到達状況

4 おわりに

本稿では開発当初から今日まで長年にわたり本工法が多くのご採用をいただけた要因について考察するとともに、これまで実績の少ない地すべり対策工事に適用した施工事例について併せて報告させていただいた。

本工事では堆積岩の一種である泥岩が出現したことにより、日進量の低下を来したものの、現場での創意工夫により無事工事を完了することができた。

こうした地道な現場での工夫の積み重ねが本工法を進歩させてきたことは間違いのない事実であり、今後も発注者、施工者の皆様からのご指導によりさらなる技術の向上と、多様な分野へ

の応用を両輪として社会資本整備に貢献していきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 建設の施工企画'09.10「鶴岡市七五三掛地区で発生した地すべり」(大沼秀幸)
- 2) 七五三掛地すべりへの対応—直轄砂防災害関連緊急事業—(国土交通省東北地方整備局 新庄河川事務所)
- 3) 直轄地すべり対策事業 庄内あさひ地区(農林水産省 東北農政局)

○お問い合わせ先

ロックマン工法協会
本部事務局
〒732-0052

広島市東区光町 1-13-20

ディア・光町 2F

Tel : 082-261-5923

Fax : 082-261-5925

URL : <http://www.rockman.gr.jp/>

E-mail : rockman@alpha.ocn.ne.jp

東日本支部

〒105-0012

東京都港区芝大門 1-4-10 大蔵ビル 5F

Tel : 03-3431-4501

Fax : 5948-4578

執筆者紹介

秋山 大一 (あきやま だいいち)

八千代エンジニアリング(株)

技術部第三課課長

会員動向

平成23年度 定時総会、優良施工会員の表彰式 および懇親会を開催

ラムサス工法協会

ラムサス工法協会(特別会員、会長: 牧野豊(株)竹中土木執行役員)は5月13日、名古屋市中区のアイリス愛知において、平成23年(第15回)定時総会、優良施工会員の表彰式および懇親会を開催した。

総会で牧野会長は「東日本大震災の復興に建設業者として会員各社が全力で貢献してほしい」と語り「昨年の施工実績が前年比30%減で非常な事態である。活発な協会活動で同工法の良さを理解していただき、さらなる普及拡大をめざし施工実績の躍進に尽力したい」とあいさつした。

議事では「小口径用管内自動測量システムの確立により施工精度

が格段に向上したこと。大口径泥水式ラムサス工法において初となる海外への市場投入がおこなわれたこと。SDシールド工法用のRCセグメントを(株)下水道新技術推進機構に技術審査の準備に入った」など昨年度の事業報告および決算の報告があった。また「管内自動測量システムにおけるS字曲線施工時の改良。還流型泥土分離システム「エコフェニックス」の改良、適用範囲拡大など技術開発事業と下水道展出版、現場見学会などPR活動」などを柱とした今年度の事業計画の議案の審議があり、原案の通り可決承認された。

総会后、前年度施工された実績から優良表彰が行われ、(株)オカト



▲「さらなる普及拡大をめざし施工実績の躍進に尽力したい」とあいさつする牧野会長

クシトキ推進工事作業所(長崎市)、戸田建設(株)三輪幹線管渠布設工事作業所(岐阜市)、(株)アートコーポレーション西五城下水作業所(一宮市)、地建興業(株)宇賀新田幹線作業所(桑名市)の4件が表彰された。