

地すべり対策工事への対応を行った ロックマンエース工法

キーワード

地すべり対策, 上下水道,
排水管, 岩盤推進工法,
小口径推進工法,
泥水式工程方式



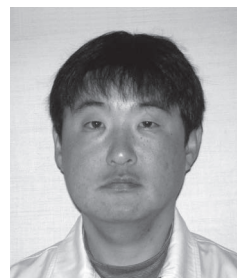
秋山 大一
AKIYAMA Daiichi

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)



大津 利次
OOTSU Toshitsugu

ロックマン工法協会会員
グルンド興機(株)



武田 守
TAKEDA Mamoru

ロックマン工法協会会員
沼田建設(株)

1. はじめに

ロックマンエース工法は平成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。

本工法はこれまで都市部の上下水道工事を主として施工を行ってきたが、地下埋設物が錯綜する厳しい都市部の施工条件を克服するため『狭小な場所への対応』『長距離施工への対応』『困難な土質への対応』を基本方針として技術開発を行ってきた。

当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、開発当初より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により先導体にローリングが発生し後続管が破損する懸念が高かったためである。

しかしながら、その後施工精度の向上によりヒューム管、合成管、レジン管の管材を加えて現在に至っている。

本稿ではロックマンエース工法を地すべり対策工事の排水管推進工事に適用した鶴岡市七五三掛（しめかけ）地区の施工事例について報告を行うこととする。

2. 鶴岡市七五三掛地区で発生した地すべりの概要

2-1 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-1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。

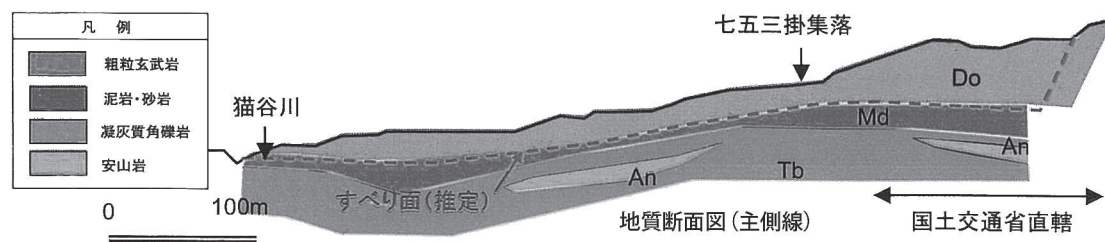


出典 YAHOO! JAPAN 地図

図-1 施工位置

2-2 地すべりの発生状況

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。その後融雪に伴い拡大し、道



図－２ 七五三掛地区の地質構成
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

路、家屋等の被害が発生した。地すべりの規模は幅650m、長さ1,050mにおよび、概ね半年程度の期間に6,000mmを越える地表面の移動量を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。農林水産省と国土交通省は、地すべり活動により人家への影響が懸念されることから緊急対策工事を実施することとなった。

2－3 地すべり地区の地質構造

七五三掛地区の地質概要を図－2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。

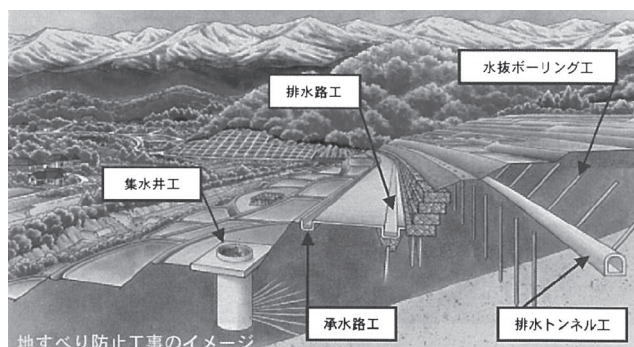
2－4 地すべり対策工事の概要

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動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。

このため農林水産省と国土交通省では、七五三掛地区集落部における地すべり対策として、図－3に示す地下水排除を目的とした集水井、排水トンネル、水抜ボーリングによる一連の対策工事を実施することとなった。

集水井の形状は、 $\phi 3500\text{mm}$ 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。深礎



図－3 地すべり対策工事
出典：直轄地すべり対策事業庄内あさひ（農林水産省資料）より



写真－1 集水井

工法は、大型の重機を使用しないことから、施工ヤードの狭い当集落部でも採用可能な工法である。

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。

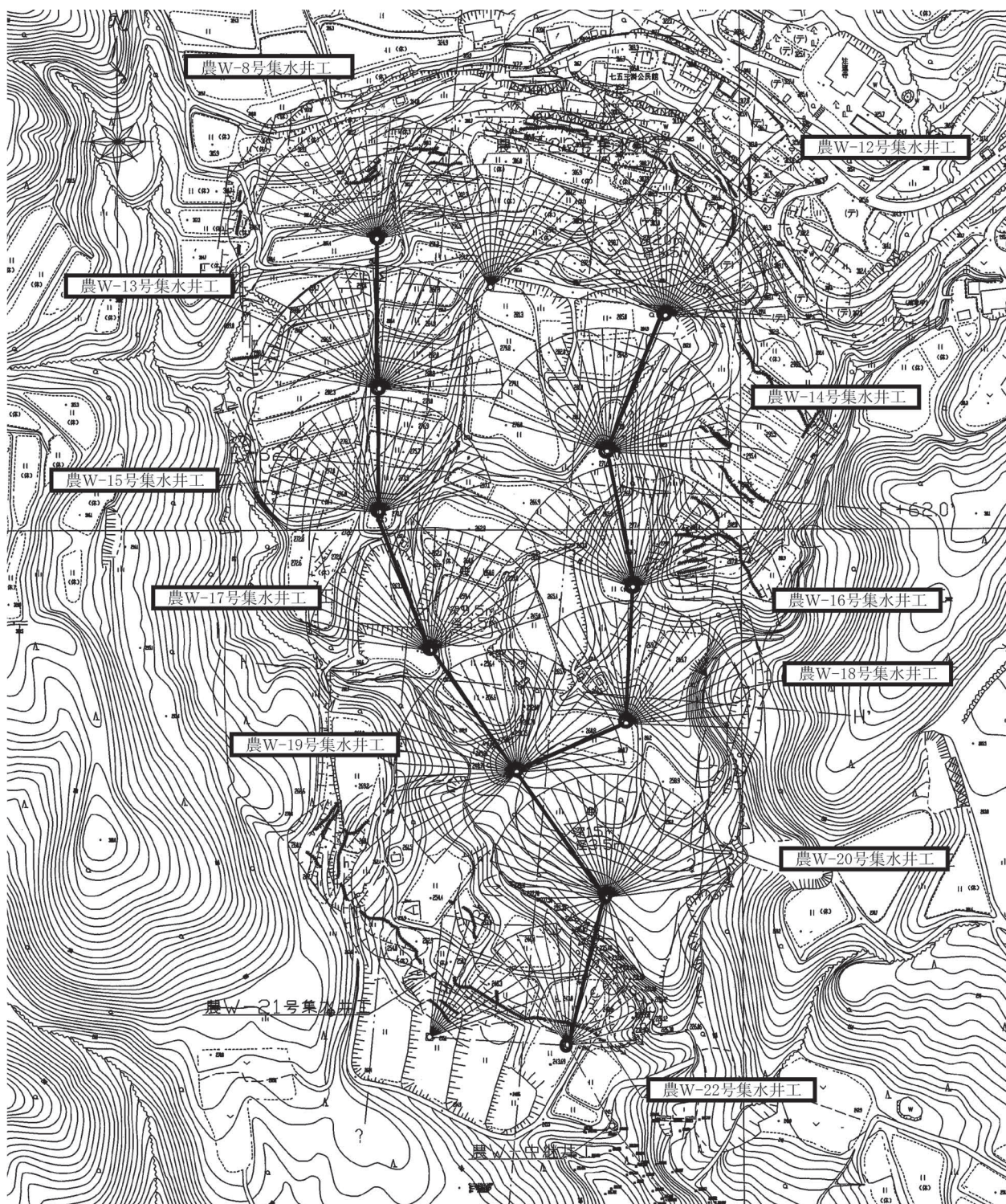
集水井間は排水管により接続して放流を行う。ロックマンエース工法は図－4に示す農林水産省の担当する地区で10スパンの排水管（鋼管 $\phi 400\text{mm}$ 、全長 $L = 945\text{m}$ ）の施工を実施した。なお今回の施工中、1スパンの最大の推進延長は105mである。施工者は当工法協会会員である以下2社が担当実施した。

【施工者】

・ グルンド興機(株) 山形営業所
（本社：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－５、６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。



図－４ 地すべり対策工事の概要図

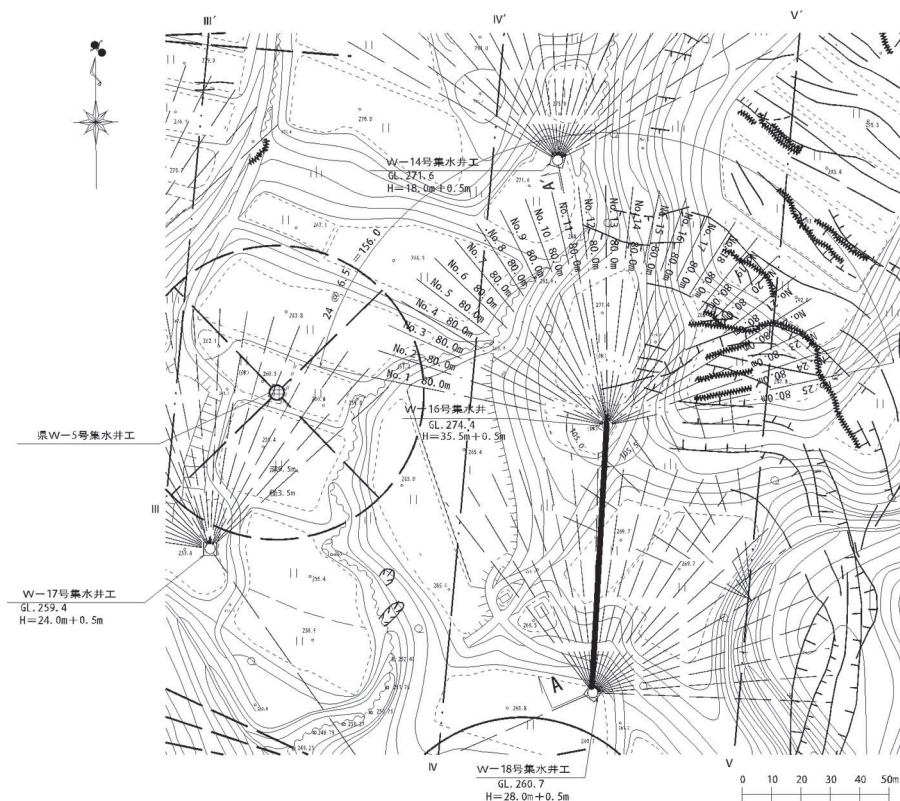


図-5 W-16～W-18推進工平面図

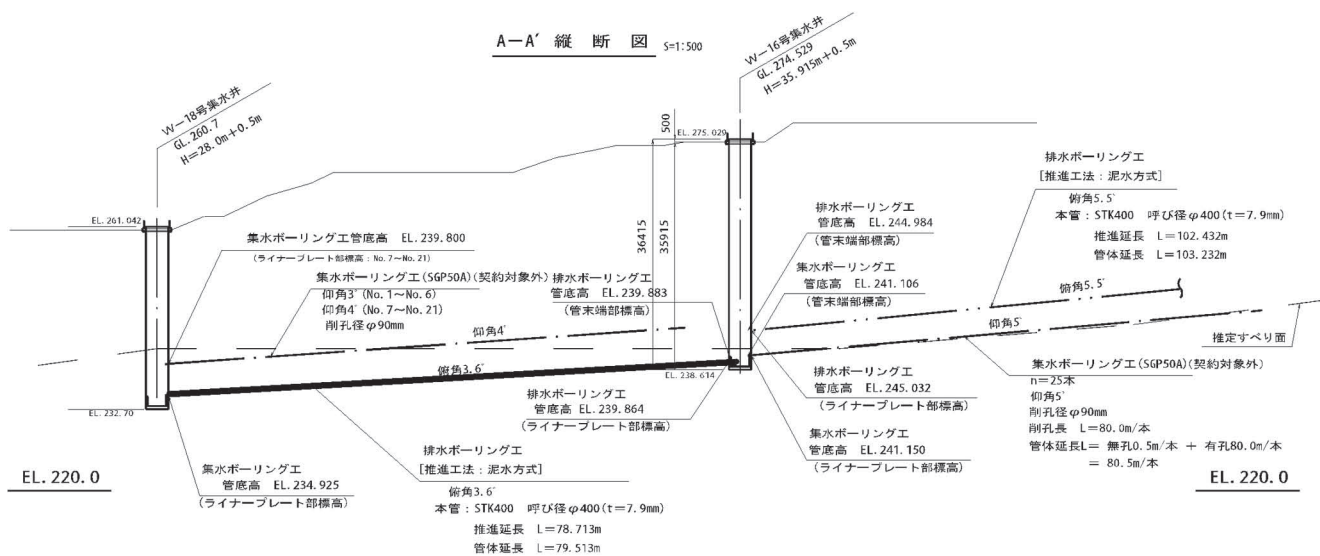


図-6 W-16～W-18推進工縦断面図

3. 施工上の問題点について

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集水井φ3500mm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-7に示すように40m程度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程度の管渠を築

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布設深度が深いため、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。当工法の採用理由を要約すると次の通りである。

- ・ $\phi 3500$ mm のスペースで施工可能である。
- ・ 転石、粗大礫などの支障物に対応可能である。
- ・ 高い地下水圧にもバランスをとりながら安定した掘進が可能な推進工法である。

4 ロックマンエース工法による排水管の施工

4-1 掘削及び排土のしくみ

ロックマンエース工法は、小規模立坑（ $\phi 2000$ mm）で施工が可能な『高耐荷力方式泥水式一工程方式』に分類される小口径管推進工法である。

泥水方式のため、送泥ポンプと排泥ポンプによる還流を用いて、掘削土砂の運搬、排出を行うとともに、泥水圧により、切羽の土圧、水圧とのバランスを図り、崩壊や取り込み過剰を防止しながら、掘進を行うものである。

本工法で使用する泥水処理プラントは1次タンク 1.0 m^3 、2次タンク 2.0 m^3 とコンパクトなものとなっている。

これは本工法の対象とする土質が砂礫層、岩盤層であり、掘削土砂の多くは振動ふるいにより除去されることから比較的コンパクトなプラントとなっており、本工事の施工条件に適合したものであった。

4-2 施工上の工夫

崩積土内の掘進では土質がめまぐるしく変化するため、日進量が不安定となった。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 20 NM/m^2 程度であり、掘削能力に問

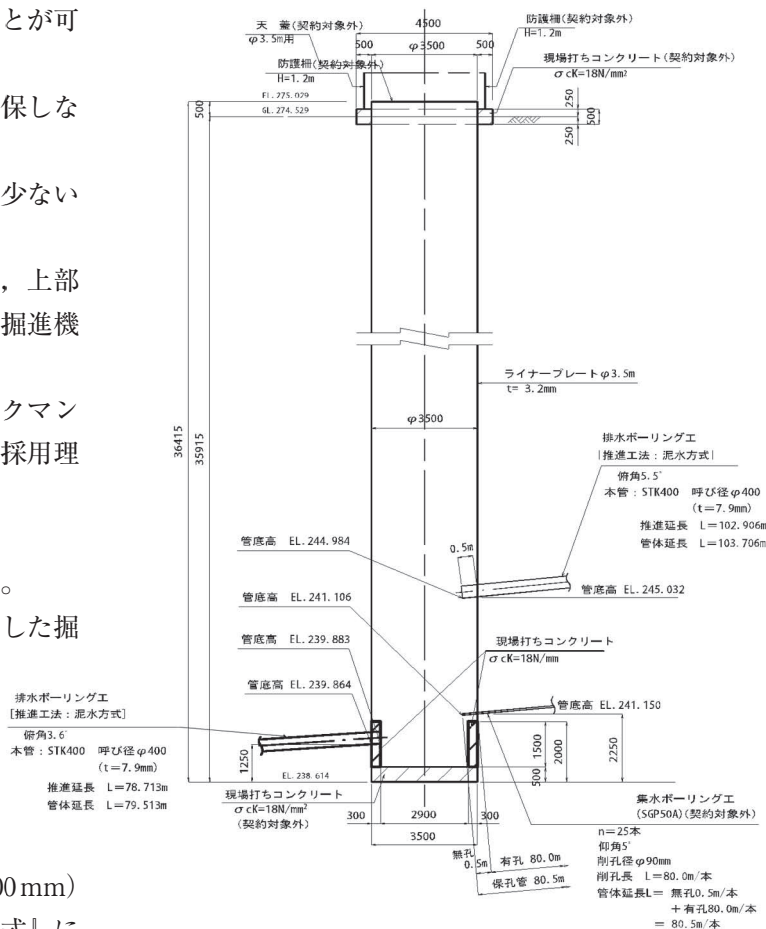


図-7 W-16集水井

題はなかった。一方掘進岩盤が、風化凝灰角礫岩から泥岩に変化する区間があり、この区間では岩盤の切削に伴い生じた細粒分がカッターに付着して日進量が極端に低下する事態となった。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するとカッターの切り込み深さが確保できなくなるためである。このため、前面の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、日進量の低下は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-8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2段階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-2～5に示す。

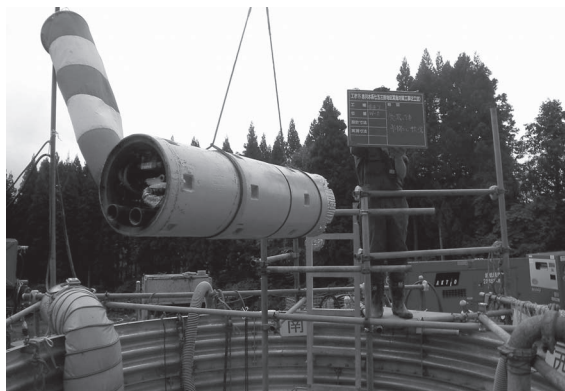


写真-2 ロックマンエース推進機



写真-4 ロックマンエース推進状況



写真-3 ロックマンエース推進機φ400

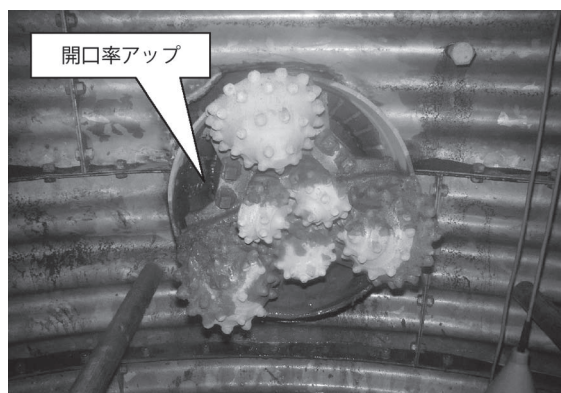


写真-5 到達状況

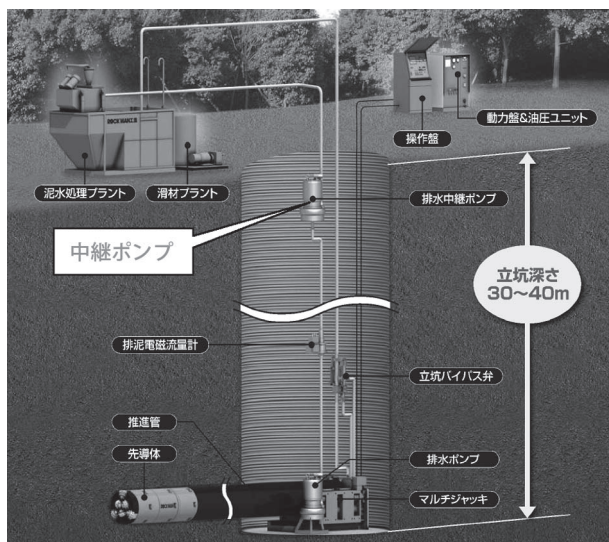


図-8 施工模式図

5. おわりに

本稿ではロックマンエース工法を地すべり対策工事に適用した事例につい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、現場での工夫に

より無事工事を完了することができた。

本施工事例によりこれまで当工法が都市土木で培ってきた、支障物への対応、狭小な施工スペースへの対応、切羽の安定性などの技術が地すべり対策工事において極めて有効に使用できたことは大きな喜びである。

今後も、発注者、施工者の皆様からのご指導をいただきながら、協会員一同技術の向上に努めて行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
〒732-0052 広島市東区光町1-13-20
Tel.082-261-5923 Fax.082-261-5925