

鶴岡市七五三掛地区で発生した地すべり

大 沼 秀 幸

本文は、即身成仏を祀る注連寺や「おくりびと」のロケ地がある、山形県鶴岡市七五三掛地区で発生した地すべり災害の経緯、災害への対応、直轄砂防災害関連緊急事業の採択に関係する事項について、取りまとめたものである。また、地下水排除のための集水井、集排水ボーリングの稼働機械と材料等の施工方法、集水井施工で生じた困難な事象に対し、安全施工の観点から現場で判断した内容等について、紹介したものである。

排水ボーリングについては、連結井戸の一部で「小断面トンネル排水工法のST集排水工法」、「小口径管推進工法のロックマン工法」を採用した事例の紹介である。

キーワード：地すべり、直轄砂防災害関連緊急事業、地下水排除、地表面のGPS観測、集水井、集水ボーリング、排水ボーリング、ディープウェル

本文は6月12日に採択された「直轄砂防災害関連緊急事業」における、山形県鶴岡市七五三掛地区での災害関連緊急事業のうち、国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所で施工中の工事について、報告するものである。

次に、現状の地すべり被害について、写真で確認することとし、以下に示すものである。また、国交省のGPS観測において、地すべりによる地表面の移動距離は、3月27日より5月1日までの融雪期間で、1,141 mm超の数値を示した後、6月12日で亡失の状態になっている観測杭も出てきている。また、山形県庄内総合支庁のGPS観測では、観測開始から7月1日まで、6,000 mm超の地表面の移動を観測した箇所もでてきている。



写真一 家屋の陥没・最大3m程度



写真二 道路の寸断・最大段差3.5m程度

写真三 家屋の基礎部分崩壊 3.5m程度

1. 地すべりの概要と経緯

山形県鶴岡市七五三掛地区は、山形県の北西部に位置し、そく身仏が祀られている注連寺や映画でアカデミー賞を受賞した「おくりびと」のロケ地となった家屋がある集落である。

地すべりによる亀裂は、今年2月25日住民の方が発見し、その後融雪とともに拡大し、道路、家屋等に被害が発生した。

鶴岡市では、亀裂の拡大が1時間あたり2mm以上を観測したことから、4月9日に3戸、4月17日には、新たに2戸自主避難を要請した。5戸（25名）の住民の方々は、市営住宅等に避難し、現在も自主避難を継続中である。



写真—4 そく身仏が祀られている注連寺



写真—5 公開中の「おくりびと」のロケ地

2. 山形県、国の対応

本地区はもともと、農林水産省農村振興局所管の地すべり防止区域であったことから、山形県農林水産部

としては、地すべり発生後、地質調査、監視体制の整備と応急対策工事にあたった。

しかし、地すべりの移動が非常に速く緊急に対策が必要なこと、高度な技術力を要することから、山形県知事、鶴岡市長等地元から国土交通省に対し、対策工の強い要望があった。

国土交通省としては、地すべり活動によって人家に影響を及ぼす恐れがあること、また、地すべりによって、一級水系赤川に影響が想定されることから、「直轄砂防災関連緊急事業」を採択し、緊急対策工事を実施することにした。

また、山形県では、猫谷川、刈谷川への地すべりによる土砂崩壊や土砂流出を防止する目的で「災害関連緊急砂防事業（補助）」が採択された。

3. 直轄砂防災関連緊急事業

国交省では、七五三掛地区集落頭部における地すべりに関連する対策として、地下水排除を目的とした集水井を13基設置する計画で、現在施工中である。工事については、昼夜24時間体制で工事を実施しており、今年の冬季までに終了させるよう工事を進めている。

また、夜間の工事に際して、東北管内から照明車を手配し、作業にあたったほか、災害支援として、山形県へも同様に照明車の貸し出を行った。このほか、現地の画像を山形県、鶴岡市へも提供している。



写真—6 集水井の夜間掘削作業

4. 緊急工事の施工開始

国土交通省では、6月12日に「直轄砂防関連緊急事業」が採択され、同日、山形県建設業協会へ災害協定に基づく3社への出動要請及び、東北地質調査

業協会へ同様に1社への出動要請を行い、翌13日に七五三掛地区現地において、工事施工業者3社に対して工事概要の説明と資材調達の要請を行った。また、地質調査業者に対して地質調査の概要を説明した。

並行して、13日午後に関係住民に対し現地説明会を開催して工事施工への了解を得ることが出来た。14日には工事施工業者3社が七五三掛地区の現地施工に着工すると共に、地質調査業者は現地の確認に着手した。

加えて、15日に社団法人建設コンサルタンツ協会東北支部、社団法人電気技術協会東北支部へ災害協定に基づく出動要請を行い、一連の施工業者が決定されて、緊急工事が動きだした。

5. 集水井施工における稼働機械と材料

集水井を掘削する工法は、現場の条件と掘削深さの違いにより工法が異なる。「土木工事標準積算基準書・国土交通省」では、次の3工法に分類される。

- ①現場にクラムシェル（油圧クラムシェル・テレスコピック式・クローラ型・平積 0.4 m^3 、通称：パイプクラム）又はクローラクレーン（排出ガス対策型、油圧伸縮ジブ型 4.9 t 吊）が搬入設置できる場合は、掘削深さ 20 m までは、クラムシェルとクローラクレーンによる掘削を行う。
- ②また、掘削深さが 20 m を超えた場合は、小型バックホウ（電動式・クローラ型・平積 0.015 m^3 ）とクローラクレーンによる掘削を行う。
- ③現場にクラムシェル又はクローラクレーンが搬入設置できない場合は、掘削深さにかかわらず、小型バックホウと簡易やぐら（鋼管 $\phi 60.5 \times 4.0\text{ m}$ 、 2.0 t 吊、モーターウインチ式）で全掘削深を施工する工法となっている。

なお、施工3業者は独自で機械を調達し、1ランク大きなクラムシェルで施工する業者があったり、近くに注連寺や七五三掛桜の障害物により、地表から完成まで全て人力による掘削を余儀なくされた業者があったりと、現場条件に合わせた工事施工が行われている。

ライナープレート土留工法による径 3.5 m の集水井施工の材料は、ライナープレートは深さ方向が 0.5 m 、7枚で円周 3.5 m を形成する板厚が 3.2 mm の亜鉛メッキ塗装鋼板。補強リングはライナープレート4枚（深さ 2 m 毎）に1箇所挿入するH形鋼、4本で円周を形成する（ $H125 \times 125$ ）亜鉛メッキ塗装製。また、パーティカルスティフナーは、集水井を補強する柱で、地表より底版コンクリートまで直角方向に4本の柱、H形

鋼製（ $H175 \times 175$ ）の亜鉛メッキ塗装。その他、等辺山形鋼加工梯子や丸鋼製の背もたれ、踊り場等の階段材料や井戸蓋等いずれも亜鉛メッキ塗装製の材料を使用するものである。



写真一七 完成したW-7集水井の内部

6. 集排水ボーリング工稼働機械と材料

集・排水ボーリングの施工は、ロータリーパーカッション式（スキッドタイプ） 55 kw ・ボーリングマシン、横型二連複動ピストン式 200 L/min ・グラウトポンプ、給水・排水用の $\phi 50$ ・揚程 30 m 程度の工事中ポンプ2台、排出ガス対策型ディーゼルエンジン駆動 125 kVA の発動発電機を用いて削孔し、保孔管として、波形ハイスโตรグ集水管を挿入して、集水井内に地下水を集めるものである。

7. 難航する集水井の施工

前述のとおり、集水井の施工と地質調査ボーリング、集水井の設計等が同時に走らざるを得ないという現状に、監督職員、施工業者、地質調査業者・設計業者それぞれに課題を抱えたスタートとなった訳である。しかし、降雪期までに工事を完成させることは当初からの目的であり、工期の延長等は許されない。

なお、山形県鶴岡市七五三掛地区での災害関連緊急事業の実施説明図は、別添図一1のとおりである。また、集水井及びディープウェルの配置図、計画掘削深さは、別添図一2のとおりである。

(1) 施工基地、工事中道路の整備

施工業者に資材調達の要請を行い、3社が集水井施工に必要なライナープレートの調達を行ったところ、

製造業者は1社に絞られ、メッキ処理がネックとなり、現地への材料搬入が最短で6月30日と判明した。

材料搬入時期をにらみながら、集水井施工が最盛期になった場合に、とぎれることが無いような施工を実現するため、最初に監督員詰所を設置するための借地、山地の土地造成及び通路の拡幅整備等を行った。国交省では、前線基地としての監督員詰所の1階部分には、地域住民及び施工業者間の会議等が開催できるような「地域対策室」としてのスペースを設けた。また、2階部分は、本来の「監督員詰所」機能を持たせた仮設の建物（11m×5.7m）を設置した。



写真一八 地域対策室兼監督員詰所

次に、施工業者の現場事務所及び材料保管及び、車両の駐車をするためのスペースとして土地の造成を行った。現場事務所敷地は監督員詰所に近接し、3業者が同一場所に建てられるよう水田に盛土を施工、約3,800m²の敷地を造成し、この場所も前線基地の機能を持たせた。また、機械化施工を実現するためのダンプトラックが搬入可能な工事用道路の整備も急ピッチに行い、集水井施工の本番に備えた。



写真一九 3業者利用の現場事務所敷地

(2) 砂質シルトと湧水にウレタンが活躍

ライナープレート製造会社の在庫をかき集めて、6月20日に13基の集水井の最初の掘削として、W-14の施工を開始した。その場所は自主避難を要請されなかった1戸7名の世帯に近接しているため、作業時間を午前6時から午後9時までとの了解のもと、掘削作業も振動をなるべく少なくするように、ひとランク小さなパイプクラムシェル（0.4m³級）を使用して施工を行った。しかし、掘削深度が進むにつれて湧水量も次第に多くなり、ライナープレートの裏面を伝い掘削面から砂質シルト粒子を削り取る状態となり、ライナープレートと掘削面の間に最大2.1mの空洞を発生させるまでに進行した。その対応策を検討した結果、①現場の作業員が24時間態勢で注入が可能で、②新たな空洞が発生した場合には注入材料が落下した衝撃で、集水井のライナープレートに変形を生じさせない等を勘案し、ウレタン注入で対応することとした。その後、合計3回のウレタン注入を実施して、W-14の集水井は苦勞しながらも完成にこぎ着けた。



写真一〇 ウレタン注入機械と混合液の空缶

(3) 毎分3,800Lの水脈を掘り当てる

集水井の施工で井戸が完成し、集水ボーリング掘削完了で、毎分3,800Lも水が集められれば、事業の効果が絶大で喜ばしい事であるが、緊急事業で集水井掘削時に毎分3,800Lもの水は、安全を脅かすなものでもない。通常の集水井の施工は排水部の末端から1箇所ずつ井戸を掘り、排水ボーリングを実施し、集水ボーリングを施工し、上流部の地下水を下げたから安全な施工を行うものであるが、今回の緊急事業では井戸を先行し、連結排水のため、排水ボーリングが未完成でも集水ボーリングの掘削をしなければならぬなど、工期に縛られた施工を余儀なくされている。

「弘法大師の^{さんこすい}三鈷水」の言い伝えのある注連寺裏手の上部に W-5 の集水井がある。その掘削は水との戦いの毎日で、深さ 13 m で毎分 90 L の湧水だったが、深さ 18 m で毎分 800 L となったので、安全施工の観点からディープウェル 2 基（揚水量・毎分 1,000 L）を施工して井戸を掘り進めた。その後、外部のディープウェルと井戸内の揚水量をあわせて、深さ 22 m で 1,480 L、深さ 25 m で 2,960 L、深さ 26 m で毎分 3,800 L となり、2 度目のディープウェル追加に追い込まれた。何とか外部排水を追加して、苦労しながら W-5 は完成にこぎつけた。



写真一 11 揚水した毎分 3,800 L の地下水

(4) 注連寺の建物評価 8 億円

W-13 の集水井は、生命保険会社が評価した 8 億円の注連寺本堂と樹齢 200 年の七五三掛桜（カスミザクラ）の間に施工しなければならない。注連寺本堂は少し傾き加減で、柱はつかい棒で守られている。また、七五三掛桜は枯れ枝も目立ち始めた老木である。加えて、土質は W-14 に類似した砂質シルトで、悪条件が重なり合った施工場所である。

ここでの集水井施工は、注連寺本堂に影響を与えないように、深さ 13 m 程度まで薬液注入を実施した後の掘削施工とした。薬液は集水井の周囲に 3 重に注入する予定であったが、注連寺の土台石が持ち上がる危険性を避け、2 重で注入本数が 33 本、94,450 L で止める結果となった。次に老木の七五三掛桜には、パイプグラムシエルの排気風が影響し、枝折れの危険が生じたため、人力掘削を余儀なくされたが、対策の効果もあり、計画より少し遅れて完成することが出来た。



写真一 12 W-13 と注連寺及び七五三掛桜

(5) φ300 mm の排水管の施工

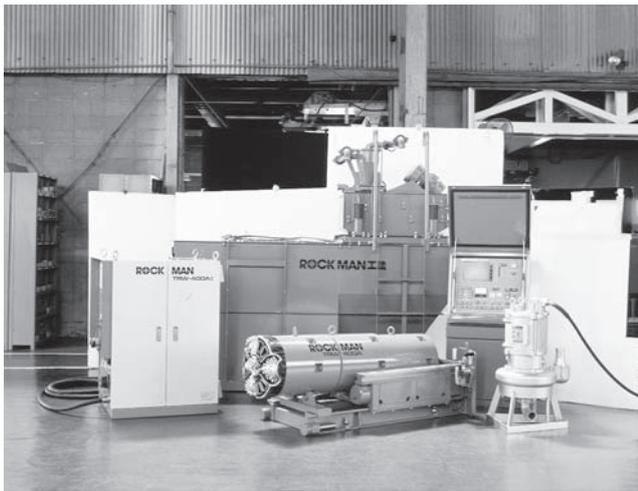
一つの集水井で 8 基もの連結井戸の排水をまかなうためには、内径 90 mm の排水管（90 A のガス管）ではとても間に合わない。そこで、φ300 mm の排水管の施工を考慮した。（φ300 mm で勾配 2 度の排水量は毎分 11,200 L で、φ90 mm で勾配 5 度の排水量の約 13 倍）

W-4 からの排水ボーリングは、周囲が田んぼや農道のため、ST 集・排水工法で施工した。また、W-14 からの排水ボーリングは、上部に家屋や市道等があるため、泥水掘の推進工法（ロックマン）φ400 mm で施工した。

特に W-13 ~ W-14 に向かう排水ボーリングは、注連寺の直下を掘削するため、表面の地盤沈下を避ける慎重な施工を心がけた。



写真一 13 ST 集・排水工法（φ300 mm）
（写真提供：小断面トンネル排水工法研究会）



写真—14 ロックマン工法（小口径管推進工法）
（写真提供：ロックマン工法協会）

8. 今後の対応

現在、地すべりの移動速度は遅くなっているものの、観測を始めてからの移動量が6mを超える箇所もあり、引き続き集中豪雨等により地すべり活動の懸念もある。

今後も地すべり活動に影響する気象条件や地震等が想定されることから、より一層警戒を強化しつつ、一日も早く地すべりが止って欲しいという、地区住民の方々の願いに応えることができるよう全力を挙げて取り組んでいく予定である。

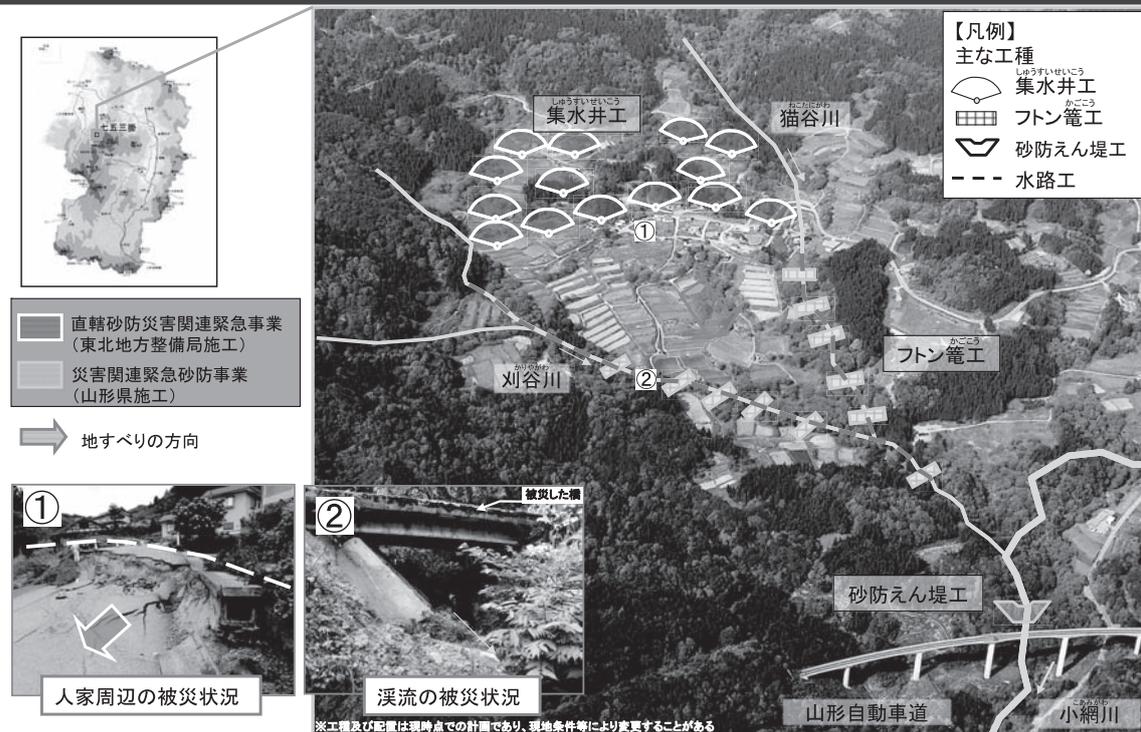
JCMA

【筆者紹介】

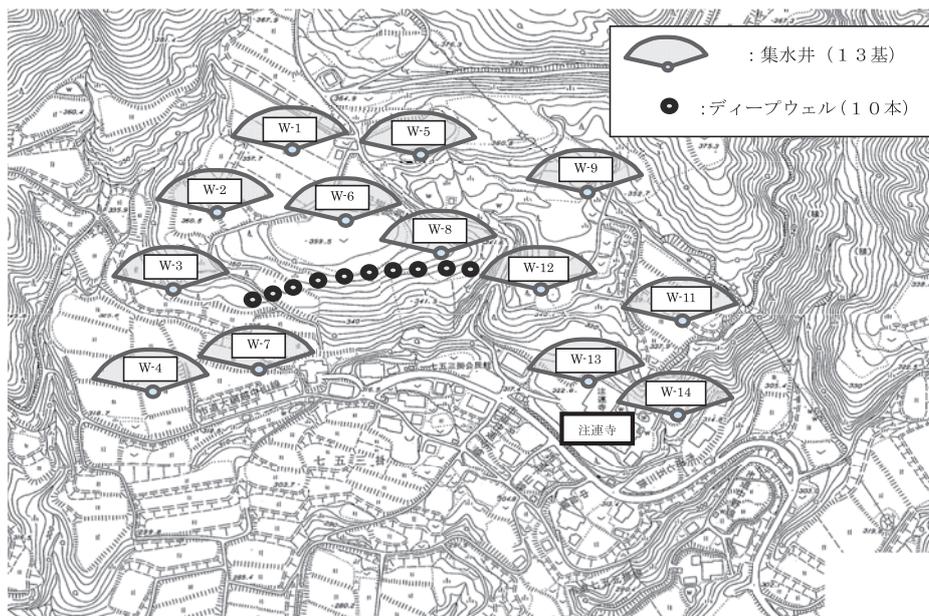
大沼 秀幸（おおぬま ひでゆき）
国土交通省 東北地方整備局
新庄河川事務所 赤川砂防出張所長



山形県鶴岡市七五三掛地区での災害関連緊急事業の実施について



別添図—1 山形県鶴岡市七五三掛地区での災害関連緊急事業説明図



集水井の計画掘削深さ

集水井	直径(m)	計画掘削深さ(m)
W-1	3.5	26.5
W-2	3.5	28.0
W-3	3.5	21.0
W-4	3.5	15.0
W-5	3.5	33.0
W-6	3.5	39.0
W-7	3.5	10.5
W-8	3.5	39.5
W-9	3.5	35.5
W-11	3.5	30.5
W-12	3.5	32.0
W-13	3.5	18.5
W-14	3.5	23.0

ディープウェルの計画掘削深さ

ディープウェル	計画掘削深さ(m)
1	55.5
2	62.5
3	66.5
4	42.0
5	70.0
6	69.5
7	56.0
8	65.5
9	66.5
10	42.0

※ W-10は欠番

別添図-2 集水井及びディープウェルの配置図等