

強制排水工における現状と課題

山形森林管理署新庄事務所 大蔵直轄治山事業所 大野泰宏

1 はじめに

山形県最上郡大蔵村は脆弱な地盤及び豊富な地下水の影響を受け非常に地すべりの多い地域である。林野庁では平成4年度から同村の一部民有林において民有林直轄治山事業を行い、地すべり防止に努めてきた（図-1）。

地すべり防止工の要はすべりの原因となる地下水の排除であるが、平成8年の大規模地すべり災害を受け大深度のすべり面が発覚し、集水井等では対応不可能なことからトンネル暗渠工を中心とした立体排水工に主たる対策が切り替わった。

しかし、諸々の制約からトンネルの完成には長期を要することが見込まれ、その間の地下水排除方法として、平成8年の大規模地すべり災害直後に応急的に開発された強制排水工（地上からすべり面付近までボーリングを行い、その孔内にポンプを挿入し大深度からの地下水を『強制』的に『排水』する）を継続して施工するという方法がとられた。

それにより地下水の排除において大きな効果を上げてきた（図-2）反面、スライム等がポンプに詰まって故障する等の問題が発生している。

これら問題は経年劣化による不可抗力的なものもあるが、中には非常に早期に故障した例もあった。そのため、これらの問題の原因について調査し、改善すべき点がないか検討した。

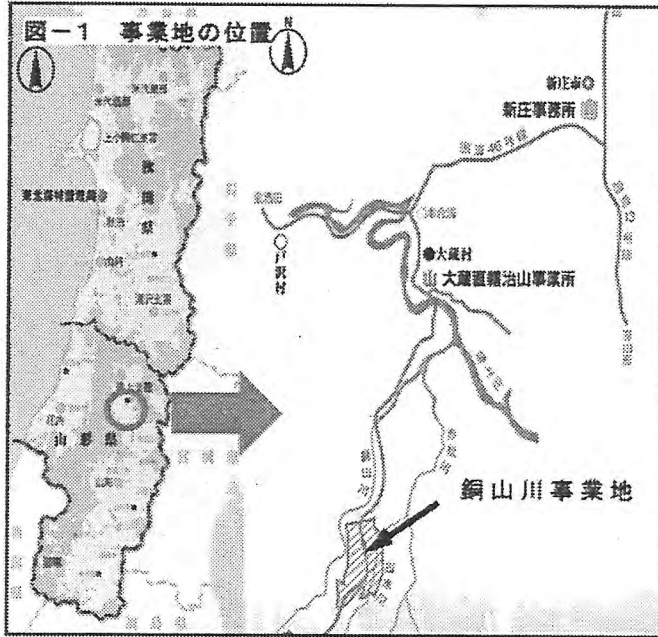
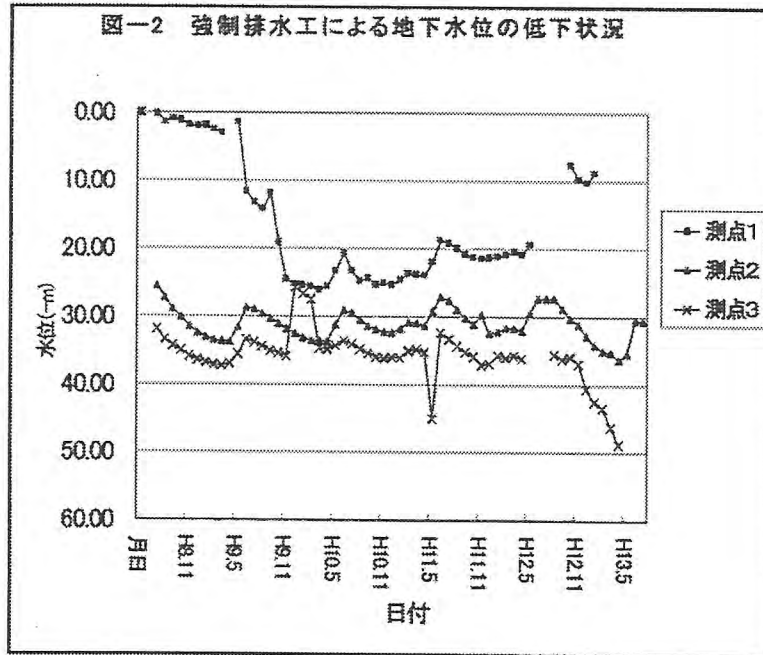


図-2 強制排水工による地下水位の低下状況



2 研究方法

調査対象としたのは、平成8年度以降これまでに施工し運用を行ってきた強制排水工の

うち表-1の計67本である。施工箇所、年度等により次のように分類した。

表-1 調査対象内訳

	呼 称	工 事 名	強制排水工の本数
①	寒風田 A	H8寒風田Ⅲ～H9寒風田Ⅶ	28
②	寒風田 B	H11寒風田、H12寒風田Ⅱ	8
③	サブタ A	H12サブタ	7
④	拡大 I	H12拡大 I ブロック	9
⑤	サブタ B	H12サブタⅡ、H13サブタⅣ	11
⑥	湯ノ台	H13湯ノ台Ⅷ	4

また、これらの位置は図-3のとおりである。

調査方法は、これらの対象について各工事の設計図書、実行書類等からの資料収集及び解析である。

3 結果及び考察

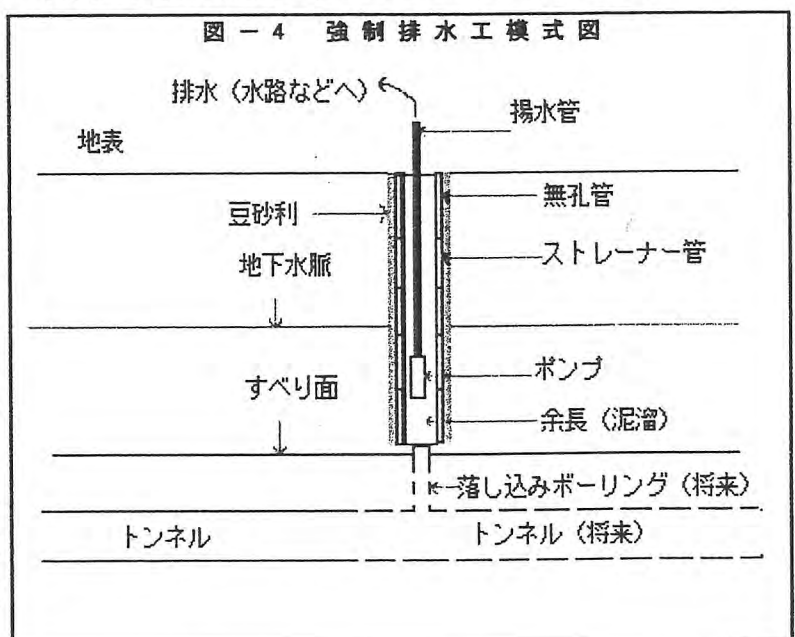
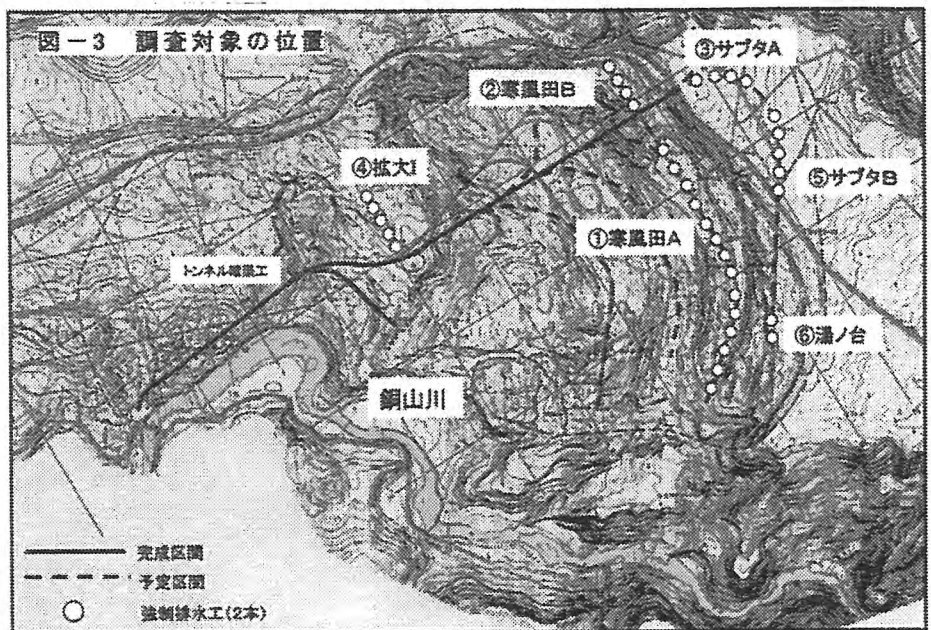
(1) 結果

① 設計書

強制排水工は口径300mmでボーリングし、孔内に口径200mmの鋼管を建て込む。鋼管は無孔管とストレーナー管が交互になるように設計されている。鋼管の周囲には豆砂利を装填するため、地下水はそこを通過してストレーナー管から孔内に流入するようになっている(図-4)。

また、ポンプ先端(揚水管先端)を掘削底面にまで到達させると、底にたまったスライム類を吸い上げてしまうため、これを防止するためいくらかの余裕を持って離してある(余長)。このポンプ先端(揚水管先端)から掘削底までの長さは経験則的に18m程度としている。

特記仕様書には生コン等の材料の指定及び安全面での遵守すべき事項等についての記述があるのみであった。



なお、スライムやベントナイト等を除去するため、ポンプを挿入する前に孔内に清水を循環させて孔内洗浄を行うように設計している。

②ポンプ等の故障状況

平成14年11月までに把握しているポンプの故障状況は以下のとおりである。

場所	ポンプ全本数	故障ポンプ本数	ポンプNo.	完成年月	故障発生年月
①	28	1	26	H8～9年	H13年度頃
②	8	1	8	H12年10月	H13年5月頃
③	7	0		H12年12月	
④	9	0		H12年3月	
⑤	11	1	10	H12年3月	H13年4月頃
⑥	4	1	30	H13年11月	H14年7月頃
合計	67	8			

これに加えて、ポンプを動かす制御盤の故障も発生している。

場所	故障制御盤数	制御盤No.	故障発生年月
①	4	19, 23, 25, 27	H13年度頃
④	1	1	H14年5月頃

③実行書類

これらについては通常他工種工事と同様のものが提出されている。強制排水工だけに求められるような特別な検査結果の報告書等はない。写真についても同様である。

④監督日誌

強制排水工独特の検査及び立ち会いというものは確認できなかった。通常材料検査、管長（掘削長）確認などのみである。

(2)考察

以上の調査により、強制排水工にはポンプの故障及び検査態勢の不備等という二つの問題が互いに関連しながら存在すると考えられた。

なぜポンプが故障するかということであるが、まずスライム等が孔内にたまり、それをポンプが吸い上げたためにポンプ内部にスライムが詰まる、ということが考えられる。

まず、たまったスライムを吸い上げないための対策として先述の余長がある。この長さについては、施工から5年が経過した①について、泥溜部分が埋まってしまった可能性があるものがNo.26の1本のみであるので、施工後5年程度で落とし込みをするならばおよそ適当であると思われる。

しかし、落とし込みにはトンネル工事の進捗状況に左右されるため、現段階で最も早く落とし込みが始まるのが平成19年度以降③・⑤・⑥のラインであり、その他についてはおそらく平成20年度以降になると思われる。このことから、稼働年数は最も短い③・⑤・⑥でも5～6年以上、①・②に至っては8～11年以上にもなる。

先に述べたとおり、余長18m程度では5年程度しか泥溜効果は期待できないと思われる

ため、それ以上の長期に渡る運転が想定されるラインについては定期的なメンテナンス若しくは設計段階から余長をさらに大きくとる等の対応が必要であると思われる。

次に想定よりもスライムが多く発生したために故障したということが考えられる。これについては残留ベントナイトが最も大きな原因であると考えられる。残留ベントナイトを除去する手段は孔内洗浄であるが、その標準日数は3日である。

次に工事写真を見てみると、洗浄作業の写真があるのだが、ほとんどの場合ひとつのボーリングにつき1枚の写真があるだけで、「洗浄作業をした」ということはわかるが「確実に洗浄を完了した」という判断を下すには不十分であると思われた。

また、この作業について特に施工基準や立会、検査の基準等は設けられていないため、過去に監督員が洗浄作業に立ち会った等の記録はない。

しかし、洗浄作業はポンプの機能を大幅に減じさせ、または停止させてしまうかもしれない残留ベントナイトを取り除くという、強制排水工の性格上きわめて重要な作業である。にもかかわらず、他の工種、特にコンクリートダム工のような具体的な施工基準や立会・検査基準がないのは問題であると考えられる。明視できない部分であるから検査は写真によるしかないので、洗浄開始直後、1日後、2日後・・・洗浄完了と作業の流れを組写真にし、洗浄終了の判断はビーカーに洗浄水のサンプルをとって透明度を測る（これも写真管理をする）等によって確実に行われるようにするなどの基準の作成が必要であろう。

また、鋼管は無孔管とストレーナー管を相互に挿入していると前に述べたが、以前から一部施工業者の間でポンプ（揚水管）吸込口がストレーナー管のところにあってその吸引力により孔の周囲の土砂を直接的に吸引してしまう恐れがあるのではないかという指摘があった。これまでの設計書を見るとそれを考慮してあるケースは確認できなかったが、この問題への対処としては無孔管とストレーナー管の組み合わせ及び吸込口の位置の關係に注意すればよいだけのことであるので、杞憂かもしれないが不安材料である以上今後の設計で対応してはどうかと考える。

これらの他にもポンプや揚水管等の内部にスケール（水垢、金気）が付着し、それによりポンプが故障したり管内部が閉塞することが考えられる。集水井の集水ボーリングや、青空ボーリングでもたびたび問題になることであり、その原因は地下水中の鉱物によるとされている。スケールの発生を防止する抜本的な方法は確立されていないため、集水井などでは定期的に洗浄工を実施している所もある。

強制排水工についても例外ではないようで、①についてもスケールの発生・付着が疑われるものが4本あった（No.7, 9, 18, 28）。うち2本（No.7, 9）はバルブを開けることによって閉塞が打開され復旧したが、他の2本（No.18, 28）はバルブが動かず復旧はしなかった。

単なる集水ボーリング工と違い、強制排水工は揚水管の先端にポンプが接続されているために一度全部引き上げないと洗浄ができない。そのため費用がかさむのも事実である。それでも、施工目的を保つためには5年程度を目途とした順次引き上げ、洗浄、交換等のメンテナンスが必要になるであろう。

次に制御盤の不具合であるが、強制排水工ではポンプは常時動き続けているわけではなく、孔内にある程度水がたまったら排水し、一定の水位まで下がったら休止する、ということを繰り返している。そのため徐々にスイッチが疲労し、黒く変色して接触不良を起こ

して停止するということがある。

現在のところこの事例は①および④でしか発生していないが、将来的には年数が経つにつれ他の箇所でも発生する恐れがある。このスイッチの交換・修理は金額的には大したことはないので今後各ラインにおいて定期的な点検と修理を行うべきであろう。

また、①ではストレーナー管からの地下水の流入によってしぶきがセンサーにかかることによると思われる、ごく頻繁にスイッチの入切が切り替わる例も見られた。放置すると焼き付いてしまう恐れがあるため電源を落とさざるを得なかったが、このような事例が多数発生すれば大きな問題となる。あらかじめセンサーに地下水が流入したときにしぶきが当たらないようにするなどの改良が必要と考えられる。なお、現在ではセンサー部にゴムホースをかぶせるなどの応急処置をとっているため、新たな誤作動の発生はない。

(3) まとめ

以上のことから、強制排水工は緊急を要する大規模地すべり地対策抑制工としては有効であることを確認した。しかし、草創期の工法であるため次のような改良の余地が残されていることが判明した。

- ・設計基準、施工基準の策定
- ・立会、検査基準の策定
- ・メンテナンス

これらについては先に述べたように現時点での問題を踏まえ、特に強制排水工の生命線であるポンプを守るという点に重点を置いたものを作成すべきでと考える。また、特にメンテナンスについては落とし込みのタイミング等の問題もあるので全体計画と個々のポンプの状態についての兼ね合い等についてさらに深い考察が必要になると考えられる。もし他地区で新たに強制排水工を採用する場合は当初計画の段階からこの点に留意していただきたいと考える。

なお、平成14年6月に①を点検してもらったポンプメーカー担当者の話によると、24時間厳しい条件で稼働している以上、ポンプの寿命は5年を一つの区切りと考えるべきであろうとのことであつたので、参考までに付け加えておく。

また、銅山川地区では地下水を入り口の段階で止めようという考え方からトンネル孔口からもっとも遠いラインを重点的に施工しており、不可抗力とはいえこれも落とし込みまでに時間を要する一因となっている。当地区では諸処の事情から孔口を現地点にしか設けることができなかつたが、もし他の地区で今後強制排水工を採用する場合にはこの問題にも留意し、複数の孔口を設置する等の対策をたてていただきたいと考える。

最後に当研究にご協力いただいた皆様にお礼を申し上げ、今回の考察はここまでとさせていただきます。