

# 地すべり地における排水 トンネルとその効果につ いて (523)

鶴岡営林署 治山課 ○笹原徳夫  
菅原忠明  
加藤政雄

## はじめに

当署管内に所在する、温海早田川地すべりについては、H元年度及び、H2年度において「地域と共に歩む治山事業」で業務研究発表をしましたが、地すべり地における抜本的対策工として、抑制工である排水用トンネル暗渠工をH2年度、H3年度の2カ年でAブロックへ1号、Bブロックへ2号の2孔を完成させました。

Aブロック1号トンネル暗渠工へは落とし込みパイプ、Bブロック2号トンネル暗渠工には既設集水井工から排水パイプを連結させ、地すべり地内の地下水を速やかに誘導排水し、更には地すべり地の頭部分の土塊を排土し全体の重力バランスを図りながら施工してきたところBブロックにおいては地すべり滑動が計画安全率に近付きつつありますが、Aブロック1号トンネル暗渠工では落とし込み集水パイプ30本施工したところ24本が地面から下方約15～23m付近で切断されていることが考えられ、依然地すべり滑動が続いている状況下にあることからこれまでの対策工の実施経過と現況について報告します。

## 1. 地すべり地の概要

### (1) 地形地質

地すべり地は山形県西田川郡温海町早田、中山国有林187林班、早田集落を流れ日本海に注ぐ早田河口から約3.0km東方の山岳地帯に位置しています。

付近一帯の標高は240～500mの山地であり尾根により囲まれた盆地地形を呈し地すべり地の標高は200～440mです。又、地すべり地は幅200～300m斜面長900m面積17HAその土塊量は実に400万 $m^3$ にも及ぶ大規模なものです。

最近の記録によればH3年には10～12m以上の移動量を観測しています。地質は、新第三紀中新世に堆積した上郷層で、砂岩、泥岩、礫岩、軽石凝灰岩火山礫凝灰岩で構成され、その基盤は硬質な泥岩です。

### (2) 工事経過

当初に地すべり防止工事を施工したのがS35～37年、この間主としてコンクリートパイル打込工、玉石コンクリート谷止工、コンクリート谷止工等を施工し、その抑止に努めてきたところ、以降20年間は地すべり滑動が緩和傾向にあったものの顕著に現われ始めたのがS58年頃からであります。

(S58年以降H6年までの工事経過は表-1のとおりです。)

年度	工 種	数 量	工 事 費	累 計	備 考
S 35	コンクリートパイル打込工	21 本	193	193	
36	玉石コンクリート谷止工	258.9 m <sup>3</sup>	3,605	3,798	
37	コンクリート谷止工	225.2 m <sup>3</sup>	3,169	6,967	
58	鋼製自在枠谷止工	20.1 t	14,256	21,223	
60	コンクリート堰堤外	633.7 m <sup>3</sup>	32,617	53,840	
61	水路工外	1,209.0 m	27,034	80,874	
62	集水井工	2 基	40,700	121,574	
63	コンクリート堰堤外	2,103.1 m <sup>3</sup>	152,989	274,563	
H 1	排土工外	28,000.0 m <sup>3</sup>	92,927	367,490	
2	トンネル暗渠工外	579.6 m	280,778	648,268	1号279.6m 2号300m
3	トンネル暗渠工外	162.0 m	190,281	838,549	2号162.0m
4	集水ボーリング外	1,425.0 m	112,123	950,672	
5	コンクリート堰堤外	426.3 m <sup>3</sup>	129,240	1,079,912	
6	集水井工外	1 基	129,109	1,209,021	

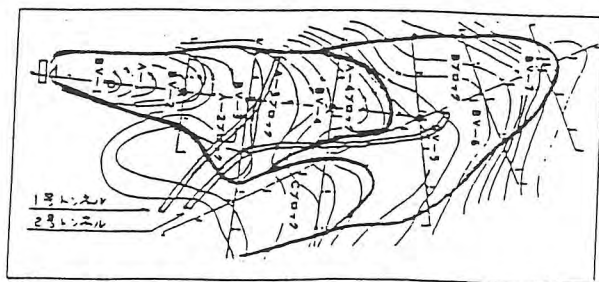
このことからS 62年度に地すべり面の排土又、基岩内に排水用トンネルを掘削し、それにボーリングパイプを打ち下ろすことにより地すべり地内に賦存する地下水を導き出すという、基本計画を策定しましたがH 2年6月下旬の集中豪雨（総雨量135 mm）により地すべり地が一層活発に滑動し始め、S62年度に施工した集水井工1号、2号が移動又、変形となり更には、2号集水井工から1号集水井工への排水パイプ70m 及び、1号集水井工から小沢への排水パイプ102mを施工したところ、その数箇所が切断されるという災害が発生しました。

排土についてはS 63年度以降Aブロック、Bブロックの土塊の重力バランスを考慮しながら交互に実施してきた結果、Bブロックにおいては計画安全率 $F_s > 1.01$ に近づき地すべり活動が小康状態となっています。

（年度別排土量は表-2のとおり）

一方、AブロックへはH2年度集排水用1号トンネル暗渠工を地すべり直下へ延長279.6m、Bブロックへ2号トンネル暗渠工300mを削孔し更に、H3年度2号トンネル暗渠工残延長162.0mを削孔しました。Bブロック2号トンネル暗渠工完成後はS62年度に被災した2号集水井工及び、1号集水井工から直接トンネルへと排水用ボーリングパイプを連結させ現在順調な集排水機能を果たしています。

（ブロック区分図）



Aブロック1号トンネル暗渠工にはH3年度に地すべり面から垂直にトンネル暗渠工に向かい落とし込み集水ボーリングパイプφ100 mm、1箇所当たりQ 20.34 ~

33.03mを坑口から約125m上流方向へ約5m等間隔に終点近くまで30本施工しトンネル暗渠工に排水する工事をすすめてきたところです。

## 2. 調査方法

Aブロック1号トンネル暗渠工の落とし込みパイプはφ100mm、1m当たり20ケのストレーナ加工を千鳥足状にあけ、そのストレーナから地すべり地内に賦存する地下水を集水させトンネルへ落としこむものです。

H3年からH5年までの3ケ年間はこの地に若干の地すべり状態があったにしても落とし込みパイプ30本全部が異常なく集水機能を果たしていましたが、H6年トンネル内に入り調査した結果は次のとおりです。(表-3のとおり)

### (1) トンネル内パイプの引き上げられ状態

ア	異常が認められなかったもの	……	18本	(No1 ~ 2.4.6.9~11.15.17 19~20.24 ~30)
イ	10cm引き上げられ状態のもの	……	4本	(NO5.8.13.18)
ウ	15cm	”	2本	(NO21.23)
エ	40cm	”	5本	(NO3.7.12.14.16)
オ	45cm	”	1本	(NO22)

### (2) 砂及び、礫混り土の堆積状態

ア	砂の堆積があったもの	……	3本	(NO4.9.21)
イ	礫混り土	”	8本	(NO5.6.10.11.13.15.17.20)
ウ	ないもの	”	19本	(NO1 ~3.7 ~8.12.14.16. 18. ~19.22 ~30)

### (3) 集水状態

ア	以前と変わらず良好なもの	……	9本	(NO16.17.24~30)
イ	普通なもの	……	10本	(NO1 ~3.11~15.20.23)
ウ	少量なもの	……	10本	(NO5 ~10.18 ~19.21 ~22)
エ	全くないもの	……	1本	(NO4)

更に、地上部分からの調査では、落とし込みパイプがトンネルへ貫通しているかどうか、マルチンポールを差し込み測定し又、不動点から各パイプ地点を再測したところ次のような結果を得ました。

### (1) 地上部分からの貫通状態

ア	貫通状態良好なもの	……	6本	(NO1 ~2.27~30)
イ	途中までのもの	……	23本	(NO3 ~4.6 ~26)
ウ	地中に引きこまれたもの	……	1本	(NO5)

### (2) 不動地点からの再測状態 (表-4のとおり)

ア	不動パイプ	……	5本	(NO1.27~30)
---	-------	----	----	-------------

- イ 山側へ移動したもの、範囲は0.245 ~0.327 m… 4本 (N02.24~26)
- ウ 谷側へ移動したもの、範囲は0.259 ~0.895 m… 20本 (N03.4.6 ~23)
- エ 不明なもの … 1本 (N05)

表-3 集水パイプの状態

パイプNO	砂	礫	引上m	水量	穿孔長m	切断箇所m
1	0	0	0	普通	21.00	0
2	0	0	0	〃	20.67	0
3	0	0	0.40	〃	20.60	15.30
4	有	0	0	無	20.42	15.18
5	0	有	0.10	少量	20.34	不明
6	0	有	0	〃	21.45	14.00
7	0	0	0.40	〃	21.70	16.11
8	0	0	0.10	〃	22.73	17.65
9	有	0	0	〃	23.87	18.70
10	0	有	0	〃	24.25	19.47
11	0	有	0	普通	24.90	19.94
12	0	0	0.40	〃	25.69	20.70
13	0	有	0.10	〃	26.04	19.06
14	0	0	0.40	〃	26.68	21.25
15	0	有	0	〃	27.82	22.13
16	0	0	0.40	良好	29.14	23.02
17	0	有	0	〃	30.34	23.04
18	0	0	0.10	少量	31.22	23.50
19	0	0	0	〃	31.18	22.50
20	0	有	0	普通	32.32	23.19
21	有	0	0.15	少量	32.79	22.75
22	0	0	0.45	〃	33.03	23.14
23	0	0	0.15	普通	32.84	22.69
24	0	0	0	良好	31.74	19.79
25	0	0	0	〃	30.42	17.59
26	0	0	0	〃	30.12	15.20
27	0	0	0	〃	29.85	0
28	0	0	0	〃	30.08	0
29	0	0	0	〃	30.67	0
30	0	0	0	〃	31.80	0

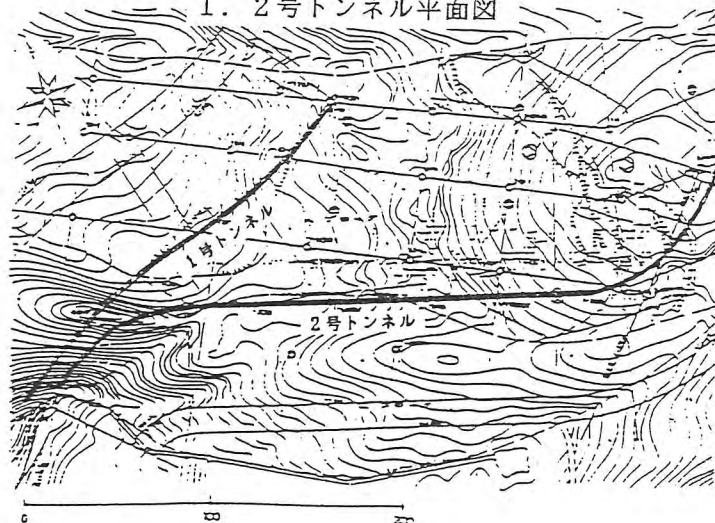
表-4 座標比較表

設計座標名	実測座標名	較差ΔX	較差ΔY	点間距離
1	1	-0.000	+0.000	0.000
2	*2	-0.140	-0.189	0.235
3	*3	-0.057	-0.696	0.698
4	*4	-0.103	-0.582	0.591
5	5	-0.000	-0.000	0.000
6	*6	-0.021	-0.628	0.626
7	*7	-0.080	-0.633	0.638
8	*8	-0.112	-0.692	0.701
9	*9	-0.007	-0.895	0.895
10	*10	-0.007	-0.706	0.706
11	*11	-0.088	-0.767	0.772
12	*12	-0.211	-0.660	0.893
13	*13	-0.057	-0.596	0.599
14	*14	-0.090	-0.722	0.728
15	*15	-0.093	-0.544	0.552
16	*16	-0.106	-0.537	0.547
17	*17	-0.006	-0.436	0.438
18	*18	-0.159	-0.307	0.346
19	*19	+0.113	-0.467	0.480
20	*20	+0.097	-0.578	0.586
21	*21	-0.010	-0.561	0.561
22	*22	+0.029	-0.422	0.423
23	*23	+0.051	-0.254	0.259
24	*24	-0.074	+0.130	0.150
25	*25	-0.245	+0.012	0.245
26	*26	-0.194	+0.263	0.327
27	*27	+0.000	+0.000	0.000

上記の調査結果から

- (1) トンネル内落下込みパイプがN03 ~23まで最小10cm 最高45cmと引き上げられている。
- (2) 砂及び、礫がN04 ~21に集中している。
- (3) パイプの異常水量がN04 ~22に見られる。
- (4) 地上部から23本のパイプが貫通されなていない。
- (5) 不明なもの1本がある。
- (6) 地上部から再測の結果パイプ25本に移動が見られ、その移動量は最小0.15mから

1. 2号トンネル平面図

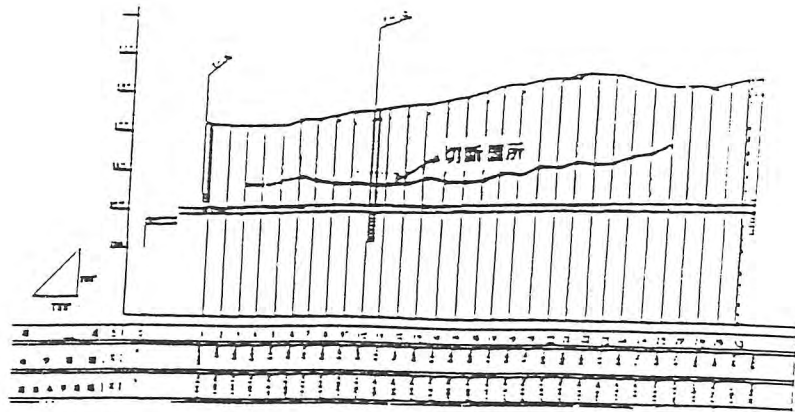


最大0.895 mである。

- (7) N05 のパイプが地上部分から確認できない。
- (8) 再測の結果から不規則なすべりが見られる。

このことからA  
ブロック1号トン  
ネル暗渠工上部に  
おいて降雨水，融  
雪水が地表のクラ  
ック等から地中に  
浸透し，地すべり  
を誘因させ，その  
力でパイプの移動  
を引き起こし24本  
(N03～26)が切

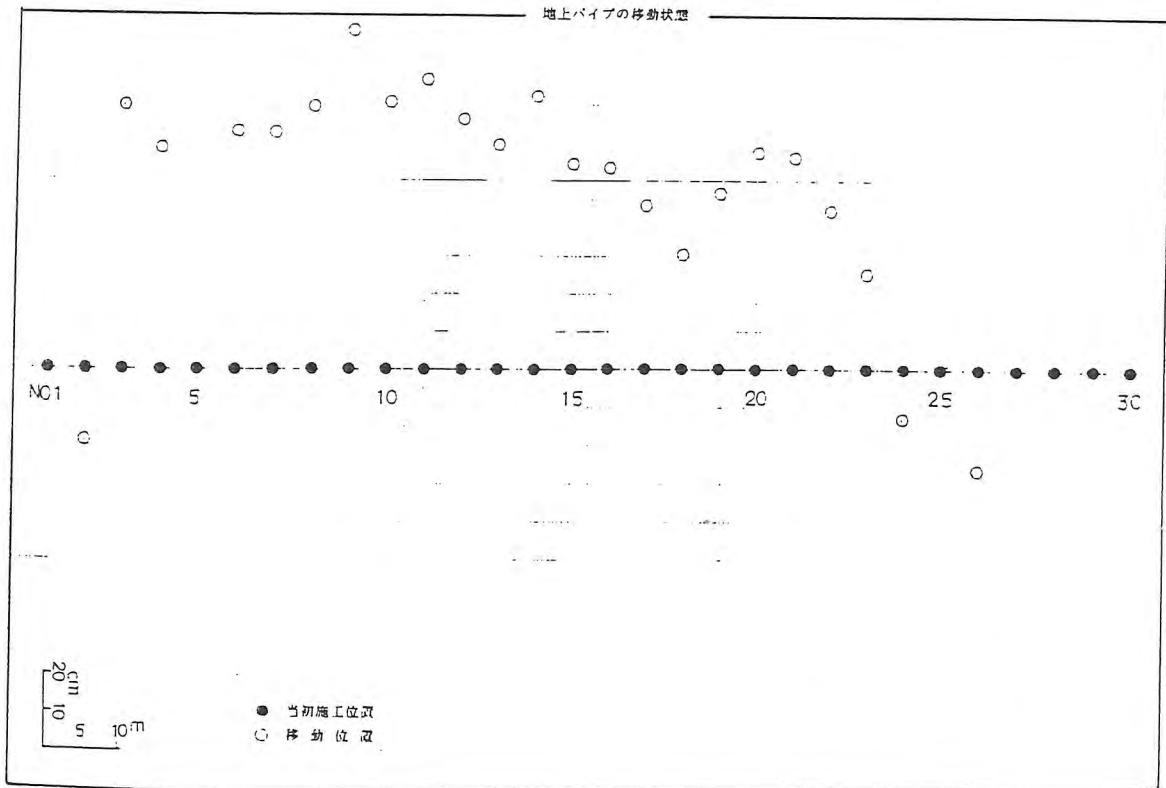
パイプ切断箇所位置図



断したものと考えられます。そのことはパイプからの集水と同時に堆積された砂，礫，貫通状態，移動量又，地上部分に残存しているパイプの状態から推定されます。

更に，N05のパイプについては，地すべりにより地中へ引張りこまれ埋没したものと考えられます。

地上パイプの移動状態



落とし込みパイプからの集水量の状態は施工したH3年度は30本から日量，平均165.7t，時間量6.9tでしたが，H6年度の調査では159.5t，時間量6.7tで若干水量に変化が見られます。これは，降雨量等による変化も考えられますが，落とし込み集水パイプの切断により地下



水の集水が充分でないものと思われます。

このように地表面水を除く地すべり地内の地下水は集水井工から又、落とし込みパイプから集水し全てトンネル暗渠工へ排水させているもので、当地すべり地帯においてのトンネル暗渠工は重要な構築物であります。

そのトンネル暗渠効果について

- 1 地すべり地内に賦存する地下水をボーリングパイプにより速やかにトンネルに導きやすい。
- 2 地すべりにより集水パイプに損傷があっても再掘削が可能である。
- 3 基岩内のトンネルでありトンネルそのものが地すべりの影響をうけない。
- 4 Aブロック1号トンネル暗渠工は地すべり地を横断しているためカーテン状に遮断し集水できる。

まとめ

以上、Bブロックにおいては地すべり滑動が落ち着きつつありますが更に、機構調査に基づき今後とも集水井工の構築で地すべり地内の地下水を集水、トンネル暗渠工への排水を促進させながらアンカー工及び、表面水処理工等を計画し、Aブロック1号トンネル暗渠工においては、切断された集水パイプ以外の箇所に再ボーリングパイプを打込み賦存する地下水を集水、トンネル暗渠工へ導き集水井工も施工しながらの継続事業が必要と考えられます。

おわりに

今回はAブロック1号トンネル暗渠工の落とし込み集水パイプを主体に報告したのですが、現状からして早田川地すべり工事は長期的な対応が求められます。

当地すべり地から下流への被害を最小限に抑止し、周辺住民の安全に資するよう今後とも最善の努力をしていく覚悟です。

皆様からの御指導を宜しくお願い致します。