<報 文>

真名川ダムの原石山切取法面崩壊の特性

Characteristics of Landslide by Cut of a Slope
for Dam Construction Materials along the Managawa River渡 正 亮* 竹 林 征 三*** 松 田 六 男**
Masasuke WATARI Seizo TAKEBAYASHI Mutsuo MATSUDA

1. 真名川ダムと原石山の概要

1.1 真名川ダムの概要

真名川ダムは建設省が九頭竜川水系に建設する初めての特定多目的ダムであり、建設省と電源開発K Kとの共同ダムである九頭竜ダム、および県営笹生川ダムと合わせ、九頭竜川水系における河川の総合開発の一翼を担うもので、洪水調節、不特定用水の補給および発電が目的である。

本事業は、昭和40年9月の奥越豪雨を契機にして急遽昭和42年より建設事業に着手した。その後、昭和43年12月補償基準の妥結と共に工事は本格化し、昭和47年9月コンクリート打設開始し、昭和51年6月には本体コンクリート工事はほぼ完成し、同年12月より一部湛水を開始したものである。

真名川ダムは堤高 127.5m のアーチ式ダムで、完成時点においては、建設省直轄施工の完成ダム中、最も堤高の高いダムであり、アーチ式ダムとしても黒部第4、奈川渡、高根第1、矢木沢、一ツ瀬につぐ第6番目に高いダムとなる。堤体の諸元を表-1に示す。

表-1 真名川ダム計画の諸元

ダ	ム
河 川 名	九頭竜川水系真名川
位 置	左岸 福井県大野市下若生子 右岸 " "
集 水 面 積	223.7km ²
型 式	中央越流型非対称放物線 不等厚アーチ式コンクリートダム
堤 高	127.5m
堤 頂 長	357.0m
堤 頂 幅	6.00m
底 部 厚	26.30m
堤 体 積	約 507,800m ³
基礎岩盤高	E L 260.0m
堤 頂 標 高	E L 387.5m
基礎地質	片麻岩及び珸岩、一部石灰岩を含む
貯 水 池	
湛 水 面 積	2.93km ²
湛 水 延 長	12.0km
総 貯 水 容 量	115,000,000m ³
有効 貯 水 容 量	95,000,000m ³

* 建設省土木研究所

** 近畿地方建設局真名川ダム工事事務所

*** 近畿地方建設局河川部

1.2 原石山採集工事の概要

真名川ダムの原石山は図-1に示すようにダムより約3.5km 南側の貯水池の左岸側に位置する。

当初堤体積約 53 万 m³ として原石必要量約 60 万 m³ と計画し、原石山の比高 120m を勾配 3 分で直高 20m につき幅 6m の小段を設けて平均勾配約 4.7 分であったが、昭和46年の崩壊に鑑み、比高 170m を勾配 8 分で直高 10m につき幅 2m の小段を設けて平均勾配は約 1 割に計画変更した。また切取法面は切取完了後上部より厚さ 9cm のコンクリート吹付けを実施してきた。原石採取量の経緯は表-2のとおりである。

原石山の地形は尾根が真名川に張出した、コル状の地形でそのピークは E L 675m で河底より比高 370m であり、その東向斜面を原石採取地としている。

原石山は図-2に断面模式図を示すように全体としては凸形の斜面であり、上半分は約 45° の急斜面をな

図-1 真名川ダム貯水池周辺地質図

表-2 原石採取量および崩落土量

年度別	堤体打設量 (m ³)	表土処理 (m ³)	原石採取量 (m ³)	崩落土量 (m ³)	計 (m ³)	摘 要
S. 46		348,800	—	150,000	498,800	11月1・2日
S. 47	52,168	90,000	60,000	—	150,000	
S. 48	175,341	—	200,790	—	200,790	
S. 49	189,763	—	233,830	7,200	241,030	
S. 50	87,586	—	98,460	153,200	251,660	2月18日 59,700m ³ 崩落 8月23日 93,500m ³ 崩落
計	504,858	438,800	593,080	310,400	1,342,280

図-2 原石山断面模式図

し、さらに河床付近は高さ約 25~40m の直立崖をなしている。

2. 原石山の地すべりの概要

昭和46年6月の原石採取工事着工以来何度となく原石山の崩壊は続いている。それらの概要を順次のべる。

2.1 昭和46年11月1日の第1回崩落

昭和47年よりの原石採取に先がけて表土処理を約35万 m³ 完了した昭和46年11月1日、2日の両日にかけて測線 No. 9~No. 13の地山がEL 500~550mにわたり表土約15万m³が崩落した。

図-3に崩落標準断面図を示す。

この崩落直前の降雨の状況は20mm前後の降雨が9日間続き崩落前日の10月31日には39.2mmのやや強い雨を記録している。3日連続雨量で68.2mmで、崩落を決定づけるに作用したと思われる実効雨量(後述)は183mmであった。

2.2 昭和48年~昭和49年までの小崩落

図-3 S. 46. 11. 第1回崩落標準断面図

表-3 S 48年, S 49年の崩落経過

年 月 日	測 線	標 高 E L (m)	記 事	雨 量 資 料 (mm)		
				当日雨量	連続雨量	実効雨量
S 48. 9. 22	13	EL 490	吹付箇所裏(下部)崩落20~30m ³	15.6	25.6/2日	118.4
10. 22	"	500	S 47年度吹付箇所の裏側崩落150m ³	3.2	21.7/3日	114.4
10. 29	11	475	S 47年度吹付箇所の裏側崩落50m ³	0	58.6/2日	148.8
11. 15	13~14	490~500	吹付面動く	0	6.1/1日	117.8
11. 16	13+5.0~13+10	485~500	S 48年度吹付箇所大きく崩落	0	0	111.9
11. 17	13	490~500	S 48年度吹付箇所大きく崩落	21.6	21.6/1日	127.9
S 49. 6. 12	13~14	530	崩落	4.4	17.2/2日	131.8
6. 23	13~14	"	"	0	73.3/5日	164.4
7. 16	10~12	470~490	落石有り、今後下方作業に監視をつける	0	44.8/2日	173.2
7. 25	"	"	早朝より100mmの雨有り、50m ³ 位崩落 原石山全作業中止	20.8	94.1/2日	241.6
7. 26	15	430	亀裂大による下方作業禁止	0	0	229.6
7. 28	10~12	470~490	崩落 800~1,000m ³	19.5	19.5/1日	226.7
7. 31	13~15	430~450	朝より3回動き落石あり	14.7	34.2/3日	209.0
8. 6	10~12	470~490	雨天時落石あり下方監視	0	0	153.6
8. 9	"	"	雨天時落石あり下方監視、毎日落石あり	0	33.9/3日	162.3
8. 27	10~12	470~490	150mmの降雨約200m ³ 崩落、作業全面中止	58.6	206.4/3日	276.8
8. 28	"	470~510	100m ³ 崩落	0	206.4/4日	263.0
10. 2	13~15	430~450	亀裂大きくなる、対策検討	9.4	18.4/2日	138.8
11. 1	11. 13	450~470	浮石、落石多し	3.9	8.8/2日	132.9
11. 13	13~14	490	朝落石多し下方作業中止	19.2	50.2/3日	120.4
11. 14	"	"	70°30' 1,000m ³ 崩落(S 49年吹付部下)	0	50.2/4日	114.4
12. 12	13	480	亀裂、落石多し、直下作業禁止	0	73.8/12日	129.7
12. 13	"	"	崩落 危険有り、全面立入禁止	8.6	82.4/14日	131.8
12. 20	"	"	崩落約1,000m ³	2.2	50.8/8日	126.9

昭和48年から昭和49年までの間には、掘削にもなつて、小崩落があいつぎ、その後の大崩落の徴候となった。その時の崩落状況を表-3に示す。表より明らかに、当日雨量より連続雨量、実効雨量の影響が明瞭である。

2.3 昭和50年2月18日の大崩落

昭和50年1月15日には約1.2mの、本年最高の積雪を記録した後、1月18日から2月16日にかけて比較的高温が続いて多量の融雪が続いて、地盤に十分に地下水の供給されたであろう2月17日に、測線7~8のE L 520m付近で小崩落が発生した。翌18日の14時30分に測線8~12にかけて幅100mにわたりE L 480~560mの法長110mにかけて平均5.3mの厚さで約6万m³の大崩落が生じた。

写真-1 昭和50年2月18日崩落後(4月撮影)

図-4 S. 50. 2. 崩落後のクラック位置図

写真-1は50年4月にこの崩落後の状況を撮ったものである。この滑落面及び崩積土の状況より、地表付近の風化岩が極めてクラッキーであることがよくわかる。

なお、崩落土塊の厚さは最大12mであった。

2.4 昭和50年8月崩落前の地すべり調査

2月18日の原石山中央部の大崩落の後、融雪を待ち、現地踏査の結果、図-4に示すように崩積地を囲むように幅200mにわたり、段差2.0m~0.3m程度の直線状のキレツが認められた。このため、このキレツに警報装置を設置し、骨材採集作業の安全を計るとともに地すべり調査に着手した。

調査は図-5に示すように、傾斜計が3カ所、伸縮計がNo.7測線に5カ所、計9カ所設置した。さらに18孔のボーリングを計画しそのうち4孔

表-4 昭和50年8月23日 崩壊状況

日 時	記 事	備 考
8/22	雨、異常なし、No.9地すべり計日変位2.4mm	8/22 7:00~ 降雨量 130mm/day
8/23 7:00	地すべり計(SRL-3)に連動の2mm/hr警報装置メーンスイッチを切り作動復元を待つ	
9:00	同上、警報作動間隔短くなる作動復元を待たずに電源を切離す	
10:00	No.13吹付法面の伸縮計(LR-19.3連)の下段変位急激にテンション方向へ大きくなる	
10:30	リミットスイッチと水糸による警報装置(累計移動量2cm)作動	
10:55	伸縮計下段警報記録装置により警報発する2mmの移動で作動するようセット	7:00 降雨量 11:00 67mm/4hr
12:50	伸縮計、上段、中段、下段、全て警報発し警報ランプ点灯	
13:20	法面の各所、小さな落石続く	
13:40	No.10~12 肩より崩落	
14:00	No.13 E L 480 ベンチ下より崩落 No.16 E L 430 沢付近より崩落 No.9~11 肩付近より崩落	
14:20	No.9~11 肩 } No.13 E L 480 } 交互に崩落続く No.16 E L 430 }	
14:50	No.9~11 肩付近より大きく動く様子	
15:00	No.8~11 E L 580~595より下部大崩落	11:00 降雨量
15:20	No.7~8 肩より崩落	16:00 6mm/5gr
15:30	No.12~15 吹付面大きく崩落	8/24 7:00 5mm/15hr
15:40	No.7~8 2段位に分かれて崩落	
17:00	完全に落着いた模様、推定土量 94,000m ³ (累計降雨量262mm)

図-5 真名川ダム原石山地すべり調査位置図 (S. 50. 5)

図-6 崩落前の伸縮計記録

についてパイプひずみ計を設置した。

傾斜計の月合成変動量は 280～450秒 (93～50秒/日) できわめて累積性が高く顕著な運動を示した。また、伸縮計の結果は図-6 に示すように、キレツをはさんだ S-7, S-9, S-13は6月末より変動が顕著になり月間の伸びは24～60mm であった。

2.5 昭和50年8月23日の大崩落

台風6号が、昭和50年8月22日夜、紀伊水道を北上し23日1時30分ごろ蒲生田崎に上陸した後、5時30分ごろ神戸の西に再上陸し、敦賀を同9時通過した。この6号台風の刺激によりダムサイトにおいて、22日9時より降りはじめた降雨は22日130mm, 23日132mmで、2日連続雨量 262mm を記録した。特に原石山崩落の寸前においては6時間雨量で 106mm, 3時間雨量 63mm, 時間雨量 29mm, 30分間雨量 17mm を記録した。

8月23日の崩落状況の経過を表-4と写真-2に示す。崩落は13時40分～15時40分間の間に E L 580～500m の標高で、幅 120m, 法長 120m にわたり平均厚 6.5m で約 9.6万 m³ の大崩落が生じ、そのため No. 8～11 測線にわたり延長 60m, 最大落長 25m の直線状の滑落崖が形成された。

この滑落崖の走向は N50° E, 傾斜は 40° Eであり崖面に粘土の付着した新鮮な砂岩が露出していたことからみて、明瞭な断層が存在し、この断層を境界として地すべりが発生していることがわかった。写真-3はそのときの崩落が砂煙をあげて進行中の写真であり、図-7は2月と8月の2回の滑落時の断面図である。

3. 原石山の地質

原石山の地質は中生代手取層群に属する砂岩、礫岩、頁岩であり、地質構造としては飛騨高原外

写真-2 昭和50年8月23日崩落後の原石山

写真-3 昭和50年8月23日15時、原石山中央部崩落中

図-7 昭和50年2月および8月の崩落標準断面図

縁部に位置するために複雑な褶曲、断層が発達している。

原石山はその中央部で $N40^{\circ}W$, $35^{\circ}E$ の断層部によって地質構造は大きく2分されている。すなわち、真名川に面するその下部斜面は礫岩と砂岩を主として、非常に堅硬であり、これらの間に僅かに頁岩の薄層がみられる

程度であるが、その上部では頁岩と砂岩が主体となり、砂岩は亀裂に富み、頁岩は風化している。また全体的に岩盤はやや受盤状になっている。

これらの基盤を覆って表土、レキ混り砂質シルト等よりなる表層土が分布するが、その層厚は4~12mで、一般的に斜面下部が薄く、上部になるに従って厚くなり、この地すべりの頭部では10m程度に達している。

原石山上部の基岩の風化は基盤表面より約15~20mが特に甚だしく、ボーリングコアでは塊状あるいはレキ状またはレキ混り土砂状を呈している。これはこの地域が過去において、いくつかの断層運動によって破碎され、風化したことによるもので、今回地すべりを起こした斜面の北西側滑落崖に露わした $N50^{\circ}E$ の断層もこれらの断層の中の一つと考えられる。そしてこの地区の岩盤すべりはこれらの断層とこれに伴う破碎ゾーンにおいて発生したものと考えてよい。

空中写真および地形より見ると図-8のリニアメント図に示すように山頂より真名川方向へ放射線状の線構造が認められ、さらに原石山斜面内にはこれに直交する構造も存在している。これらの構造に支配されてこの斜面では地すべりの運動ブロックが形成されており、地形からこの地域の地すべりブロックを分けると図-9に示すようにA~Iの9つになる。

4. 雨量と変動量

4.1 実効雨量の検討

地すべり移動量と降雨量との関係は図-6に示すように密接な関係があることがわかる。移動速度は当日の雨量のみでなく、それ以前の雨量の影響を受けるので、雨量の表示として実効雨量を用

図-8 原石山付近リニアメント図

図-9 地表踏査成果図・地すべりブロック図

図-10 低減係数と相関係数

図-11 実効雨量と日移動量

いて求めてみる。実効雨量 R_c は次式で表わされる。

$$R_c = \sum_{m=0}^n \alpha^m R_m$$

ここに、 R_c : 実効雨量

R_0 : 当日の雨量

α : 低減係数

n : 経過日数

ここで R_c と日移動速度 (mm/day) との相関が高い α を求めてみると、図-10のようになる。すなわち S-7、S-9 においては $\alpha=0.95$ 、S-13 においては $\alpha=0.89$ となる。また S-9 の場合は相関係数 $r=0.82$ となっており、相関性もかなり高いことがわかる。図-11に 実効雨量と移動量の相関図を示す。

これより移動量と実効雨量との関係は明確であり、低

減係数 α は、地すべり地の保水機構によって変わるものと思われる。さらに実効雨量の表示の問題としては、単位雨量の期間のとり方が問題となると思われる。

4.2 雨量強度の検討

雨量強度と移動速度との関係について考える。昭和50年8月23日の崩落前の日移動速度と雨量強度、先行実効雨量の関係を図-12に示す。ここに先行実効雨量 ($R_c - R$) は前日までの実効雨量に当日のそのとき以前までの雨量を加えたものである。なお、ここで用いた時間雨量記録は原石山には日雨量記録しかないで、約2km北のダム出張所の自記記録を使用している。これより当日雨量および6時間雨量と日移動速度との間では相関は高いが、10分間雨量、30分間雨量、時間雨量との間にはあまり相関はうかがえない。これは、シラス地帯の崩壊で坂上務

図-12 雨量強度と至速度

表-5

降雨時間	10 分 間	1 時 間	3 時 間	総 雨 量
相 関 係 数 r	0.78	0.37	0.44	0.33

の報告結果によれば地すべりと降雨強度との相関は表-5に示すように10分間雨量が最も影響している結果が得られているが、これと相違した結果が得られたのは、シラスと岩との地すべり機構の相違、すなわち、降雨の地下への浸透および地下水の浸出等の保水機構の相違と考えられる。

4.3 超過保留量の検討

大滝俊夫により導入された超過保留量に関する水理方程式2)として次式が成立する。

$$\frac{dS}{dt} + Q = I\delta A$$

ここは A : 集水域の面積

δA : 崖くずれに関する集水域の面積

I : 単位面積, 単位時間当り浸透する量

Q : この集水域から浸出する量

S : この集水域の貯留量

ここで $S \equiv h\delta A$ h : 貯留水頭

$Q \equiv \nu S = \nu h\delta A$ ν : 浸出係数

と定義し, さらに

a : 中間流出の遅れ時間

$\nu' \equiv \frac{\nu}{1-\nu}$: みかけの浸出件数

$\phi' \equiv \phi(1+\nu')$: みかけの浸透率

と定義し

$$c' \equiv \frac{\phi(1-e^{-\nu'})}{\nu'}(1+\nu')$$

とおけば t 時の貯留水頭 $h(t)$ は

$$h(t) = c'e^{-\nu't} \sum_{i=1}^n e^{\nu'i} R(i)$$

と表示することができる。

ここに降雨強度 $R(t)$ には時間雨量を用い $(i-1)$ 時から i 時までの雨量を $R(i)$ で表示する。

昭和50年8月23日の崩落時に適用して見る。図-13に22, 23日における降雨強度, 雨量累加曲線, 歪量および貯留水頭の関係を示す。

ここで, 8月22日以前13日間に, 降雨がないことを考えれば, 8月22日は最大の土湿不足の状態と考えられる。したがって, 雨量累加曲線から, 最大の土湿不足と地すべり発生に至るまでの超過保留量に必要なとする降雨は約200mm程度であった。この値は, 横浜市縁辺における関東ロームのがけくずれでの90mmと比較すると今回の地すべりの地盤抵抗力がかなり大きかったことが推定できる。

また, 超過保留量の貯留水頭 h は大滝が横浜のがけくずれの実測から推定した, 浸透率 $\phi = 0.7$, 中間流出の遅れの時間 $a = 2\text{hr}$, およびみかけの浸出係数 $\nu' = 0.125$ のときの値を示す。

横浜市の丘陵縁辺におけるがけくずれの発生に必要な最小の超過保留量は約30mmと推定している。真名川ダムの風化岩では, 土湿不足を考慮に入れても超過保留量は30mmより大きい結果が得られた。また, 15時の崩落時に h は減少傾向にあることより, 中間流出の遅れ時間 a は2hr以上であると思われる。今後は貯留量 h とひずみ量の運動方程式を解明する必要がある。

5. 法面崩壊時期の検討

斉藤孝孝は, 伸縮計の記録より求められた地表の歪速度から, クリープ破壊時間を予知する方法を見いだした³⁾。ここで真名川ダムの原石山の測定値に対して, 斉藤の予知方法を適用してみて, 真名川ダムの原石山における崩壊予知方法について検討する。

図-13 降雨強度, 雨量累加曲線, 歪量および貯留量関係図

図-14 クリープ曲線

斉藤は実物大の模型斜面による崩壊実験で、いくつかの要因の計測結果（土圧、傾斜、ひずみ等）からひずみが最も崩壊時期の予知に役立つことを見いだした。

一般に土塊が破壊される一定の応力を受けたとき、土のクリープ破壊曲線は図-14に示す形をとる。斉藤は、2次クリープのひずみ速度と破壊時間との間に一定の関係があること、および、3次クリープの領域でも破壊予知ができることを示した。

図-6は真名川ダムの原石山における崩壊前の伸縮計データであるが、高場山トンネル地すべり計で確認された⁴⁾と同様に伸縮計が活発に動き、崩壊予知に必要なデータを与えたのはクラックをはさんだ、S-7、S-9、S-13のみであり、他の土塊中に設置された伸縮計の動きは崩壊寸前まで活発にならず、崩壊予知にはあまり役には立たなかった。

斉藤は定常ひずみ速度 ($\dot{\epsilon}: 10^{-4}/\text{min}$) とクリープ破壊時間 ($t_r: \text{min}$) との関係は、多数の室内実験および現地測定の結果より次式を見いだした。

$$\log_{10} t_r = 2.33 - 0.916 \times \log_{10} \dot{\epsilon} \pm 0.59$$

$$\text{ここで} \quad \dot{\epsilon} = \frac{\Delta l}{l} \times \frac{1}{\Delta T}$$

l : スパン長 (mm)

ΔT : 経過時間 (min)

Δl : ΔT 時間内の移動量 (mm)

この式は、スパン長 $l=10\text{m}$ のときのものであり、 ± 0.59 は測定値の95%を含む範囲である。なお、この関係は、2次クリープ、3次クリープを問わず、土の性質、斜面の状況に左右されないといわれる。ここで真名川ダムの原石山においてクラックをはさんだ伸縮計の結果を図-15に示す。

真名川ダムの原石山の場合は、

$$\log_{10} t_r = 1.795 - 0.458 \times \log_{10} \dot{\epsilon}$$

となり、勾配が斉藤の式の半分になったのが興味深い。さらに、大阪府柏原市の亀の瀬地すべりにおいて、昭和51年1月17日にクリープ破壊が生じた。そのときの観測結果より島らが計算して、

$$\log_{10} t_r = 1.79 - 0.746 \times \log_{10} \dot{\epsilon}$$

が得られている。これらより考えると t_r と $\dot{\epsilon}$ との関係は斉藤の提唱しているほど一義的には決まらないものと思われる。

すなわち、斉藤の式の中には実験室模型実験の結果が多いこと、また、土の中のすべりの結果が多く、したがってクリープ時間が長いものが多いことによって、真名川ダムの原石山のように風化岩のクリープ時間のきわめて短い場合とでは相違するものと思われる。

これらより考えると、 t_r は有次元数であり、また、 $\dot{\epsilon}$ は一応は無次元数であるが、実際には10mの基線についてのひずみ量であり、有次元数と同じだと考えられる。

図-15

これらの現象を有次元数で一義的に表現することには若干無理があるのではないかとも思われる。今回の測定結果から得られることは、風化岩の地すべりと土砂の地すべりとは勾配が若干異なり、一般的には両者の測定値の中間ぐらいの値になるのではないかとも思われる。

6. まとめ

① 1次および2次クリープについては実効雨量との相関が高く、なおかつ、低減係数 α が非常に大きいことより、浸透水が破壊ゾーンに蓄積されて行き、破碎ゾーンの強度を低下させて行き、クリープが進んでゆくことがわかる。浸透水が減少すればクリープはおちついていく傾向を示す。

② 岩すべりの場合の崩壊は弱層部のクリープ破壊とその後岩を切る部分の破壊とによりなり、クリープ開始後崩落までには若干の時間があるが、それほど長くはない。

③ 真名川ダムの原石山では2次および3次クリープにおいては、ひずみ速度とクリープ破壊までの時間は両対数紙上で約1/2乗に逆比例していた。

④ t_r と $\dot{\epsilon}$ との関係は斉藤が提唱しているほど一義的には決まらないようである。斉藤式の中には、どちらかと云えば土砂の中での崩壊結果が多く用いられ、クリープ時間が比較的長いものが多いことによって、当地のように風化岩のクリープ時間のきわめて短い場合とではある程度の誤差があるものと思われる。

⑤ 風化岩の地すべりでは、土砂の地すべりと t_r に対する $\dot{\epsilon}$ の勾配が異なり、一般的にはそれらの中間ぐらいが適当であると思われる。したがって、崩壊予知の図式解法は便宜的に、斉藤の方法と真名川ダムの方法の間ぐらいの幅をもって予知するのが好ましいと思われる。

⑥ 真名川ダムの風化岩では、最大の土湿不足と、地すべり発生に至るまでの超過保留量に必要な降雨は約200mm程度であった。さらに、中間流出の遅れ時間は2hrより大きい。

参 考 文 献

- 1) 坂上 務：豪雨と水害の研究 第2報 (1969年南九州シラス地域の梅雨前線豪雨災害) 農業気象 第27巻第3号 (1972年3月)
- 2) 大滝俊夫：降雨によるがけくずれの水文学的研究 研究時報 17巻6号 (1965年7月)
- 3) 斉藤迪孝：斜面崩壊発生時期の予知に関する研究 鉄道技術研究報告 No. 626 (1968年2月)
- 4) 山田剛二、小橋澄治、草野国重、久保村圭助：飯山線高場山トンネルの地すべりによる崩壊 鉄道技術研究報告 No. 706 (1970年3月)
- 5) 島 通保、原 俊一、西田忠嗣：排土に伴う切土斜面の変動について 地すべり学会第15回研究発表会 研究発表予稿集 (1976年9月)

(原稿受理日 昭和51年12月24日)

正 誤 表

地すべり Vol. 13, No. 3 (通巻47号)

＜論文＞ボーリング孔中の地下水の鉛直混合について
奥 西 一 夫
p. 22左上より19行目および参考文献を次のように訂正願います。

i) 「……知られている」が、……」

ii) 参考文献

- 1) ランダウ、リフシッツ：流体力学（日本語版）、1970、pp. 231～239 など
- 2) 奥西節夫：児島湾締切後における湖水塩化濃度の低下について、農業気象、第14巻、第4号、1959、pp. 25～30

昭和52年度総会、第16回研究発表会 ならびに現地見学会の開催について

本会は会則にもとづき、昭和52年度総会、第16回研究発表会ならびに現地見学会を熊本県・熊本営林局御当局のご後援を得て、下記日程にて開催いたします。なお詳細は次号に掲載いたします。

1. 日 程

10月26日（水）10：00～10：30 総会 熊本市民会館

10：30～17：00 研究発表会 第1会場 熊本市民会館

第2会場 熊本観光ホテル

10月27日（木）9：30～17：00 研究発表会（第1会場、第2会場）

18：00～20：00 懇親会、熊本観光ホテル

10月28日（金）8：00～15：00 現地見学会 上天草災害地

行程予定 熊本市8：00発→見学現地着 10：00 見学、

12：30（昼食）→13：30発→15：00熊本駅着解散

2. 参加費

研究発表会 2,500円（予稿集、昼食代2日分を含む）

見 学 会 2,500円（昼食代を含む）