

裏込め土を一体化させた擁壁の設計・施工 (リフトウォール工法)

昭和コンクリート工業㈱ 田代藤男 ○遠藤友紀雄
岐阜大学工学部 宇野尚雄

1. 概要

土留壁を構築する場合次の3つの工法が考えられる。

- 1) 重力壁、逆T擁壁に代表されるような、壁体のみ、または壁体背後の盛土の重量によって土圧に抗する工法。
- 2) ブロック積のように、壁面を傾斜させる事によって作用土圧を減少させる工法。
- 3) テールアルメ工法のように壁体背後のある範囲にストリップ等の盛土補強材を敷設して壁体と連結し、壁体と補強盛土が、ストリップと土の摩擦力によって一体となり土圧に抗する工法である。

本工法は控え壁ブロック(支柱板)と土留板を組み上げ、その枠組みを鉄筋コンクリートとして一体化させるとともに、壁面を二分勾配に傾け作用土圧を減少させて、壁体背後に、それぞれの高さごとに土圧と補強材力がバランスするようアンカーバー及びコンクリート製アンカープレートからなる補強材を設けて、摩擦ではなく壁面とアンカープレートによって土を側方拘束させて、背面土と壁体を一体化させる工法である。図-1には壁体と一体化させる裏込め土の設計範囲とアンカーバーの配置例を示している。またリフトウォール工法の概要を図-2に示す。

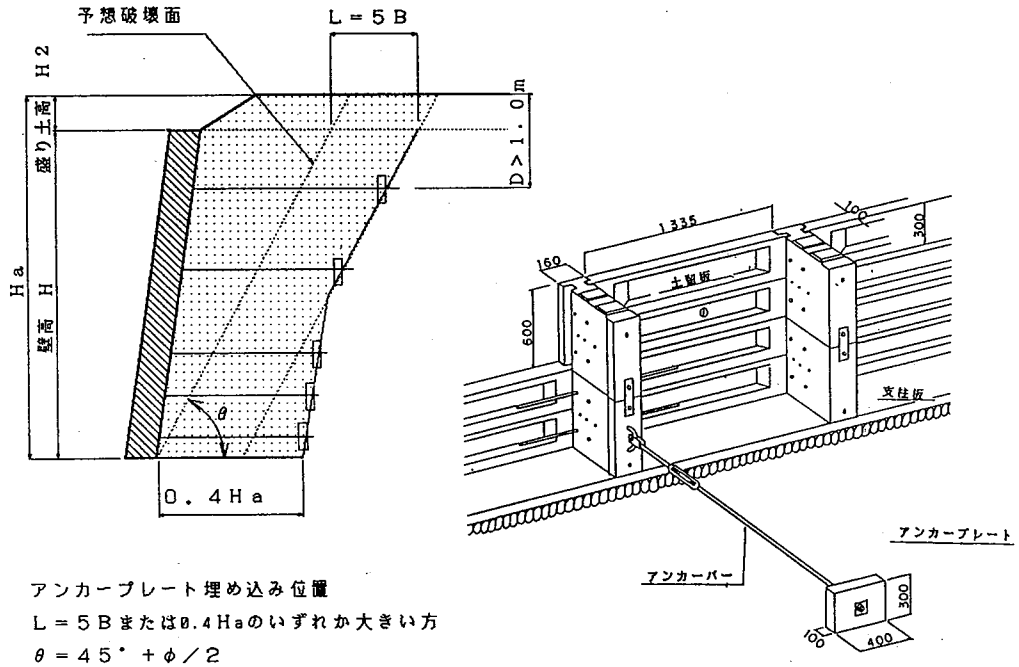


図-1 裏込め土の一体化範囲

図-2 リフトウォール工法概要(寸法mm)

Design and Construction of the Retaining Wall with Backfill tied up by Anchor Bar : F.Tashiro, Y.Endo (Showa Concrete Industry Co.) and T.Uno (Gifu Univ.)

図-3にリフトウォール工法の設計の流れを示す。

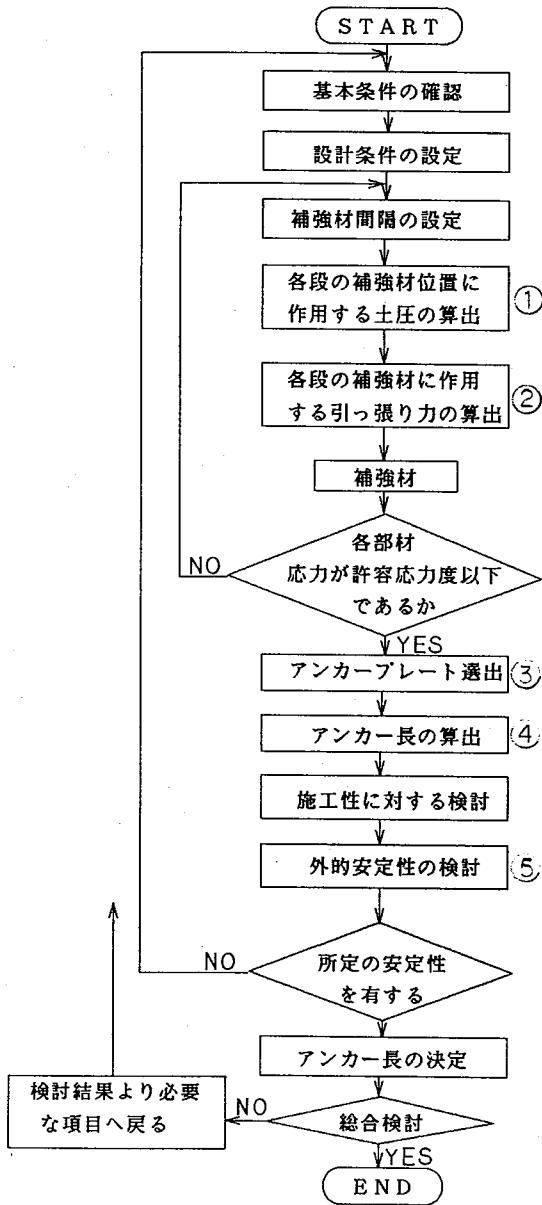


図-3 設計の流れ

① 天端より各アンカーバーの中間位置までの深さを h_i とすると、土圧強度 p_i は、

$$p_i = (q + \gamma \cdot h_i) \cdot K_a \quad (\text{tf/m}^2)$$
 となる。

② 各アンカーバーの受け持つ土圧 P_i は、

$$P_i = 1/2(p_i + p_{i-1}) \cdot (h_i - h_{i-1})$$

③ アンカープレートの引抜抵抗力 Q_u は

$$Q_u = Fq \cdot A \cdot \gamma \cdot D$$

ここに、

A ; アンカープレートの面積 (m^2)

γ ; 土の単位体積重量 (tf/m^3)

D ; アンカープレートの深さ (m)

Fq ; 係数 (実験値より求める)

一般的には下表の数字を用いる

ϕ	25°	30°	35°	40°
Fq	10	20	40	70

ϕ は土の内部摩擦角

④ 予想破壊面より $L \geq 5B$ (B はアンカープレートの高さ) の奥行きをとる。

⑤ 壁体の外的安定は、補強土擁壁を剛体と考え、従来の擁壁における安定の検討の場合と同様に以下の項目を検討する。

滑動の検討 $F \geq 1.5$

転倒の検討 $F \geq 2.0$

支持力の検討 許容支持力以内

かつ、 $\sigma_{\min} \geq 0$

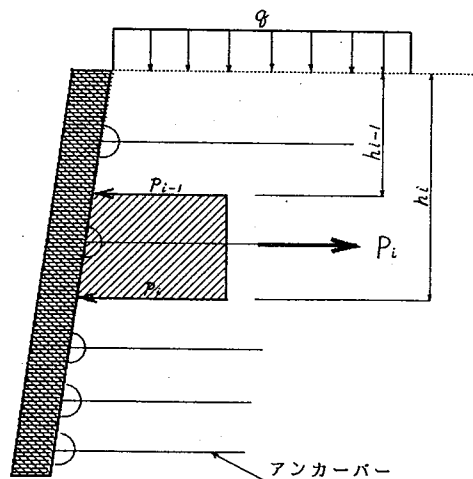


図-4 各段の土圧強度と土圧

2. 施工例（その1）

本件は奈良県の山岳地域の山頂付近に開畑するため横断勾配30°～40°の山腹に、市道とを結ぶ延長1kmの連絡道路をつける工事である。

地質は、中央構造体の中で変成岩類に属する泥質変岩及び砂質変岩であり、これらを崖錐堆積物が被覆している。なお、路線沿いにおける堆積物の層厚は2m～4mである。弾性波探査の結果によると速度は0.30～0.35km/secで標準貫入試験の結果、N値は7～22であった。

他工法との比較検討によりリフトウォールでの施工が最終的に採用された。

当初、某社の設計では切り土を極力減らすため図-5の方法がとられ、滑動と転倒に対してのみ検討がなされていた。

そのため、施工中壁を上方へ積みあげるに従って、降雨のたびに壁体基礎の部分が前面にせり出したり、基礎部分の土が流れ出したりして、完成する前に基礎部分より谷側へ流れ落ちてしまった。図-6に示すのはその破壊形態の模式図である。また、3段目のアンカーを設置する前に、壁の背面に水がたまり、延長15mにわたり転倒した区間もあり、工事がストップしてしまった。

そこで、設計を見直しいくつかの点を改良し、図-7に示すように裏込め下部にもアンカーバーを配置して、裏込め土を壁体と一体化させるよう改良した。

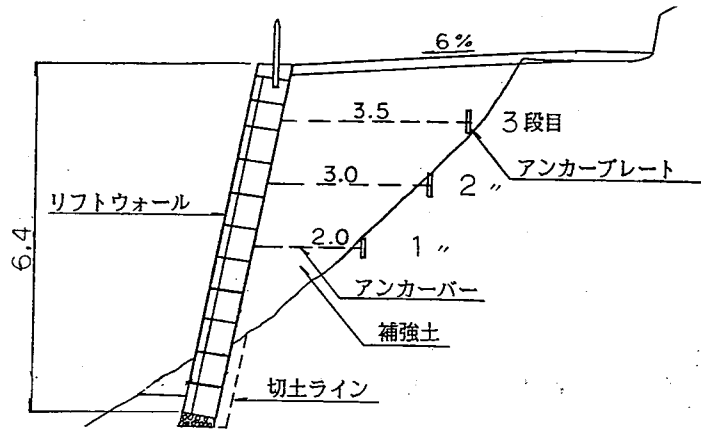


図-5 旧リフトウォール工法（アンカーバーの長さ、壁高はm単位）

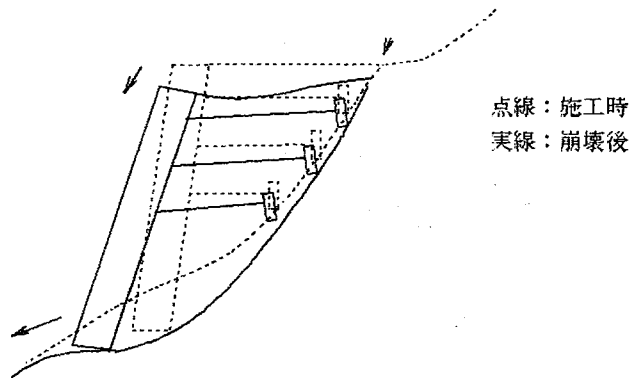


図-6 外的な破壊の形態

主な改良点として、

- 1) 基礎を、碎石からコンクリートにかえて、根入れ深さを一定量確保した。
 - 2) 土圧を各段階ごとに受け持たせるように、アンカーバーを分散して数を増やし背面土の拘束力を強めた。
(下が多)
 - 3) 余堀り部分を設け、アンカーバーの長さについても一定の基準を設けた。
 - 4) 山側に側溝を設け、水が壁面の裏側へ流れ込まないようにした。
- これらの改良を行い再施工を行った結果、無事工事は終了した。

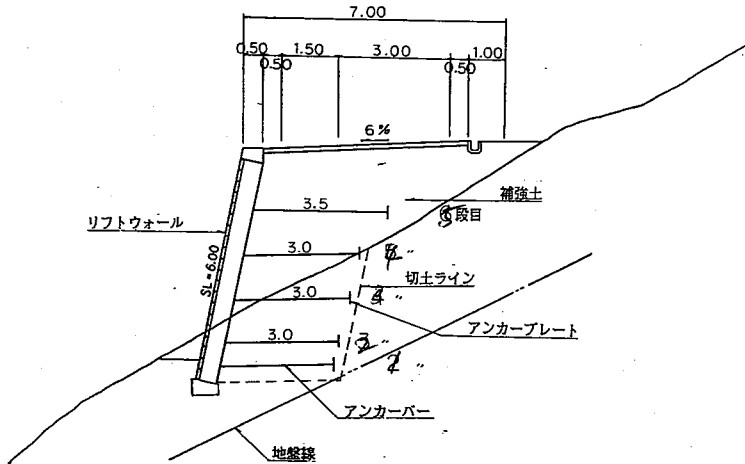


図-7 正しいリフトウォール工法

この平成元年5月、6月の再施工後には、図-8に示すように、9月に401mmの月間雨量を経験したけれども、異常は発生せず工事は成功したと考えられる。工事後のアンカープレート引張試験の結果を、図-9に示す。

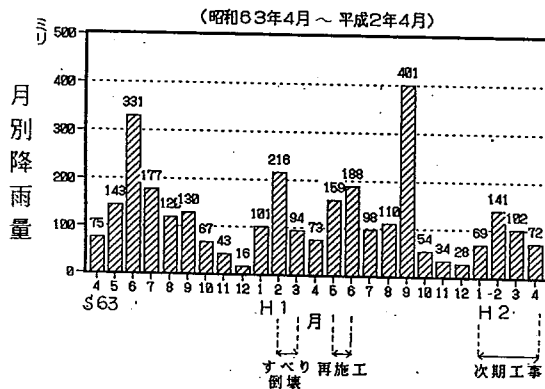


図-8 施工地点付近の降雨量

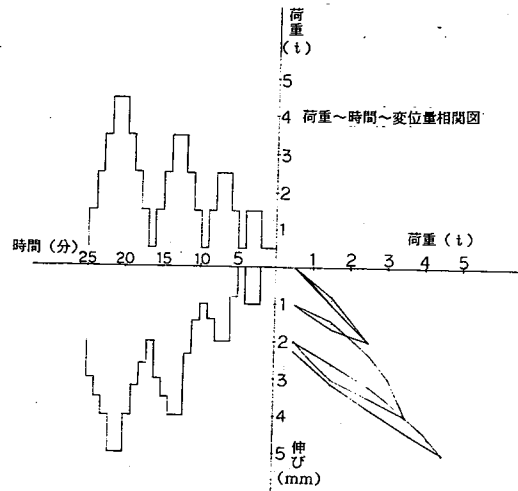


図-9 アンカープレート引張試験結果

3. 施工例 (その2)

本事例は四国四万十川流域の山岳部での施工である。

- 1) 当地域は急傾斜 (最大 $40^\circ \sim 45^\circ$) かつ褶曲している。又、道路延長 408m の間の標高差が 35m (平均縦断勾配 9%) である。
- 2) 地盤の土砂、軟岩層が 5m 以上あり、土質は軟岩混じりの土砂で砂混じりの粘性土と薄い層になった砂岩が交互に出現した。

地山の土質調査資料が皆無なため、若干の資料を採取して実施した一軸圧縮試験の結果を図-10、表-1に示す。

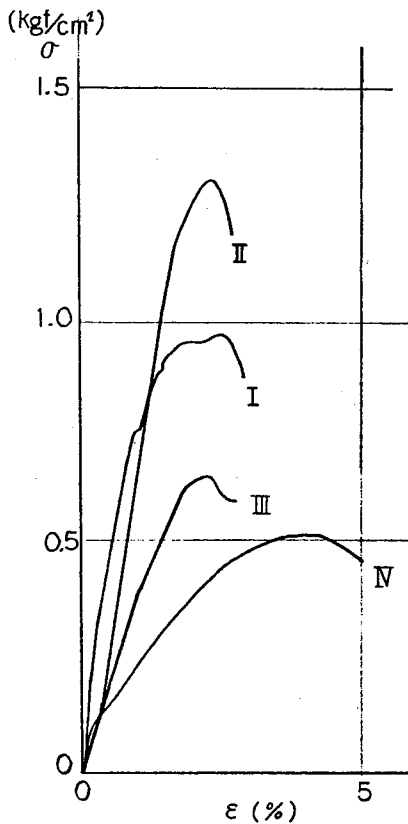


表-1 一軸圧縮試験結果

供試体番号		I	II	III	IV
資料の状態		乱さない	乱さない	乱さない	練り返し
高さ	cm	8.8	8.8	8.8	8.8
直径	cm	3.58	3.58	3.58	3.58
湿潤密度	g/cm ³	1.753	1.741	1.682	1.756
含水比	%	25.69	23.94	30.22	28.87
一軸圧縮強さ	kgf/cm ²	0.97	1.3	0.65	0.51
破壊ひずみ	%	2.8	2.4	2.3	4
鋭敏比					1.9

図-10 地盤土質の一軸圧縮試験例

壁高は地形に合わせて ($2\text{m} \sim 7\text{m}$ の範囲で) スパンごとに変化させてゆき、曲線部分は最小半径約 20m で、土留板の長さを上下で最高 65mm の差をつけて扇形に施工した。図-11に示す施工延長は 300m に及んでいる。

特に台風や不安定な気象の影響でこの年は雨が多く、図-12に示すような雨量を記録した。台風の際は、時間当り $60\text{mm} \sim 100\text{mm}$ の雨を記録したときもあった。縦断勾配が若干あったので、山側に表面排水用の水のみちを作り、雨水が裏込め部へ浸透しないように工夫した。

図-11の右端の四角で囲ってあるところが第4工区である。工期は8月終わりから9月末までで、いちばん降雨量の多い時期に施工した。

地形図

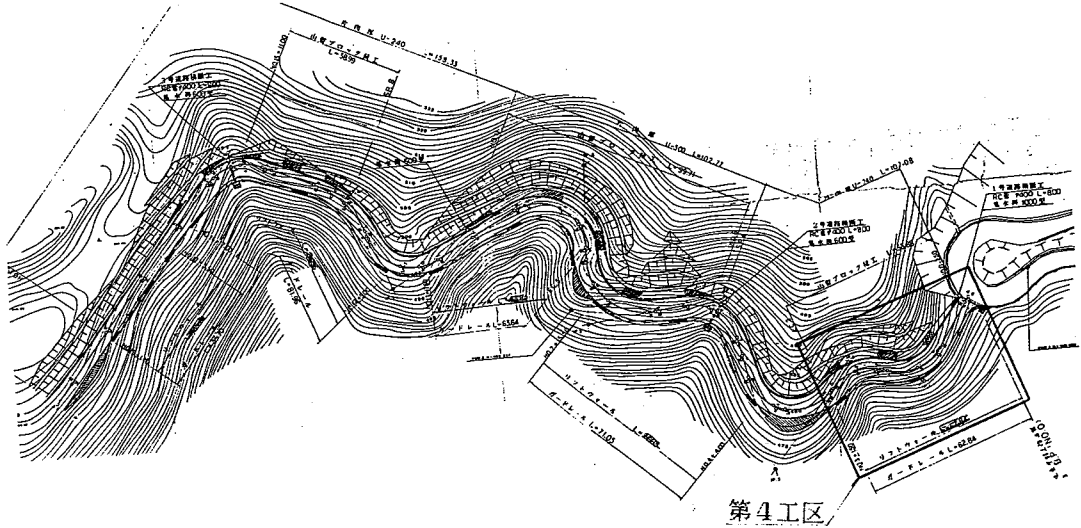


図-11 施工工区(第1~第2工区)

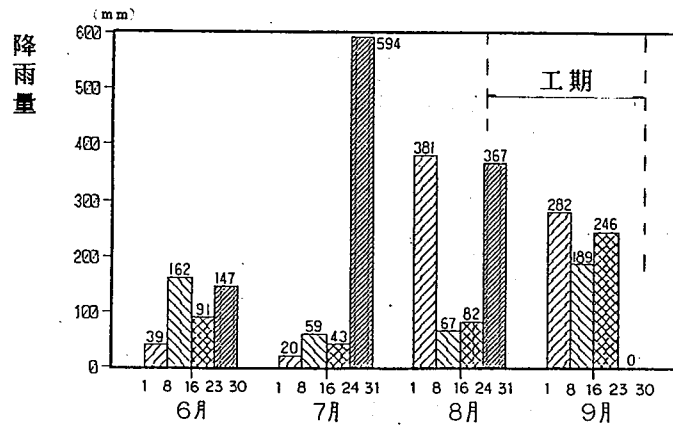
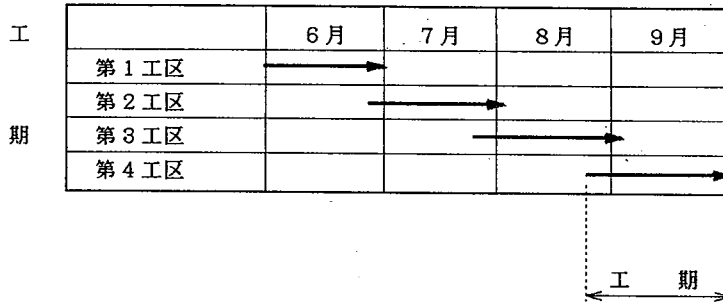
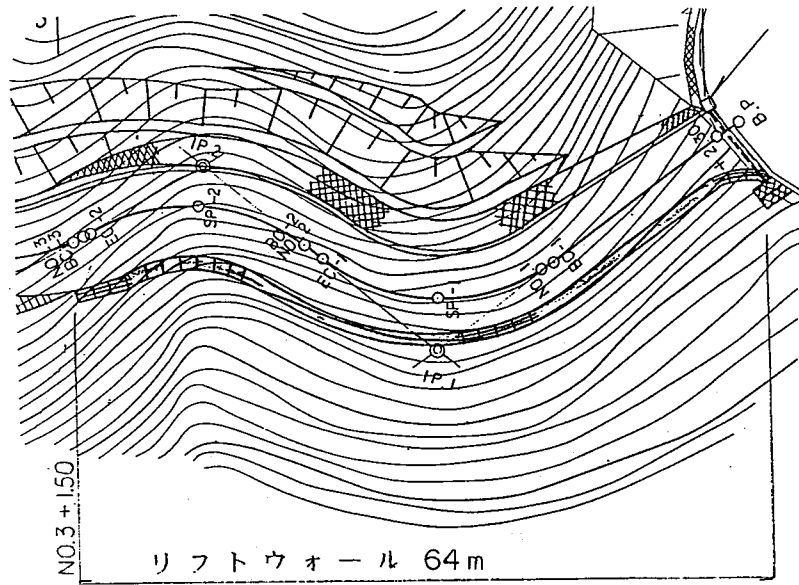
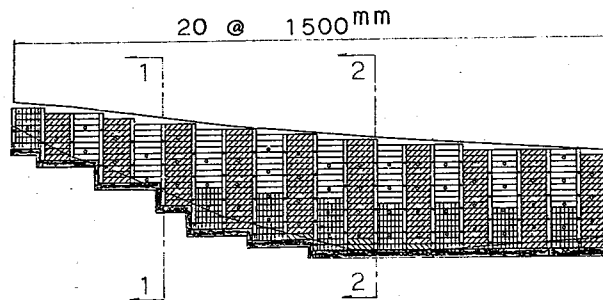


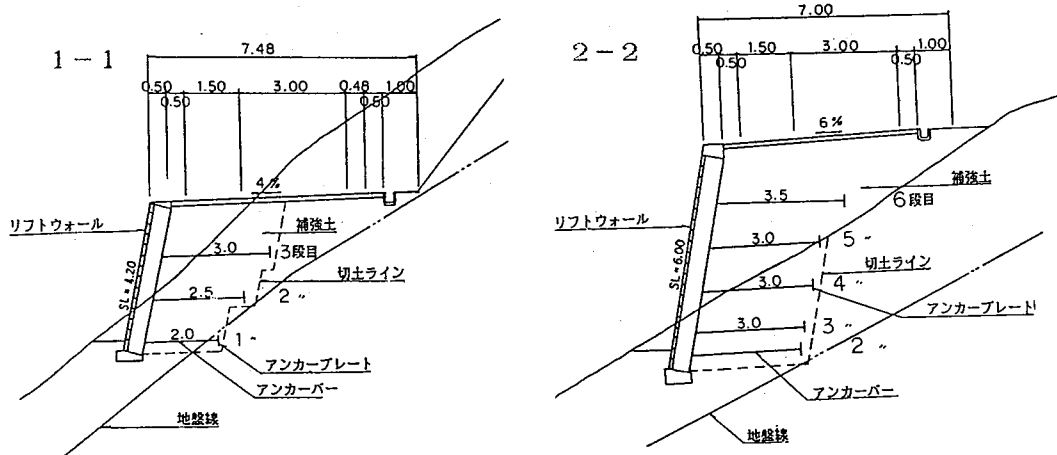
図-12 工期と降雨量の経時変化



(a) 第4工区平面図



(b) 正面図



(c) 断面1-1と2-2におけるリフトウォール工

図-13 施工例(その2)の概要

図-11に示す第4工区の実施例を拡大して、図-13(a)平面地形、(b)リフトウォール正面図、(c)リフトウォール断面図に示した。最後に施工途中の写真(写真-1)、完成写真(写真-2)を示す。

この施工例でも、現在まで何のトラブルも発生していない。

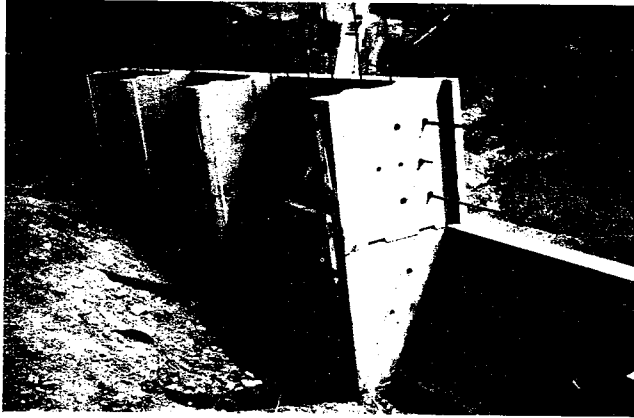


写真-1 施工途中
壁体組立写真



写真-2 完成写真

4. あとがき

今回の『地盤と水に関わる』というテーマに対して、十分な地盤調査資料がなく、施工例だけを2例簡単に報告した。いずれも好首尾な結果を得ている。

工事終了から長いものでまだ3年、みじかいものは2カ月しか年月が経過していないけれども、施工後の追跡調査の途中段階であり、今後工事量が増えるに従ってデータを集めていこうと考えている。

【参考文献】

1. 土質工学会編：土木基礎工学ライブラリー29「補強土工法」，1988.
2. 米倉亮三・兼松 陽・島田俊介：新・補強土工法，山海堂，1986.
3. 米倉亮三・兼松 陽・島田俊介：最新・補強土工法，山海堂，1989.
4. Osamu Kusakabe, Tsutomu Kimura and Hakuju Yamaguchi : BEARING CAPACITY OF SLOPES UNDER STRIP LOADS ON THE TOP SURFACES, SOILS AND FOUNDATIONS, Vol.21, No.4, pp.29-40, 1981.