

## 37 アンカー補強擁壁挙動実験

建設省土木研究所 ○千葉 淳 仲野 公章  
建設省宇都宮国道工事事務所 北山 滋基

### 1. はじめに

今回の実験は、くさび型崩壊が想定される斜面において必要な抑止力を擁壁とアンカーに期待する状況を想定し、付加的な外力が加わった時の擁壁の挙動、アンカー緊張力の変化などを把握し、アンカー補強擁壁工法の設計、初期緊張力を決定する為の基礎資料を得ることを目的とし、検討を行った。

### 2. 実験装置及び実験方法

#### 2.1 実験装置

実験装置は、図-1に示すように、試験擁壁、背後地盤、アンカー、載荷装置、受働装置、検出装置から成る。試験擁壁は、全高1.0m、幅1.5mの軽量コンクリートで作られており、擁壁背後傾斜角は、60°である。背後地盤は、水平に対し35°でセットし、鋼製パネルを用い仮想すべり面とした。

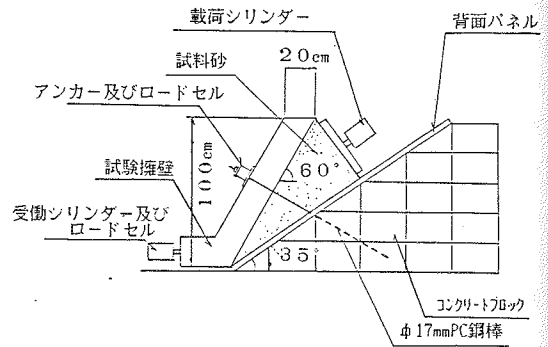


図-1 実験装置

載荷装置、受働装置は、ストロークが、100mm、最大載荷能力500kgのエア・シリンダーを2台用いた。受働荷重は、擁壁底面摩擦に等しい荷重を与えた。検出装置は、ロードセル、変位計、土圧計により検出される。土圧計の受圧面の直径は、60mmで、最大測定容量は、20%である。

#### 2.2 実験方法

実験条件及び実験ケースを表-1に示す。実験に用いた試料砂は、均等係数( $U_c$ )=2.80、平均粒径0.70mm、平均気乾単位体積重量1.80%、内部摩擦角( $\phi_u$ )=41°であった。

実験は、試料砂を1層20mm程度にし、ランマーで締めながら土塊を作成する。アンカーを用いるBシリーズ～Dシリーズにおいては、試料砂を投入する前に、アンカーをセットする。次に、受働荷重を設定する。受働荷重( $P_p$ )は、地盤と擁壁底面の摩擦力を与えると考え、 $P_p = W \cdot \mu$ とし算定した。A-1実験では、地盤を岩とし、摩擦係数( $\mu$ )=0.7( $P_p = 670$ kg)、A-2実験～D-1実験では、地盤を粘性土とし、摩擦係数( $\mu$ )=0.45( $P_p = 440$ kg)と設定した。

表-1 アンカー実験ケース

シリーズ	実験番号	アンカー角度	補強本数	アンカー位置	初期緊張力
A	A-1	—	—	—	—
	A-2	—	—	—	—
B	B-1	30°	1本	40cm	380kg
	B-2	30°	1本	40cm	380kg
	B-3	30°	1本	40cm	190kg
	B-4	30°	1本	40cm	190kg
	B-5	30°	1本	40cm	380kg
C	C-1	30°	2本	20 : 40cm	2×190kg
D	D-1	30°	1本	40cm	0kg

載荷は、最大荷重900kgを、18段階に分けて載荷し、載荷速度25%/minで行った。また、Bシリーズ～Dシリーズのアンカー緊張力は、載荷速度50%/minで載荷した。

### 3. 実験結果

#### 3.1 アンカー補強なしの挙動 (Aシリーズ)

A-1・2実験における擁壁下部・上部水平変位を図-3に示す。各ケース変位量にかよりの差がある。これは、受働荷重の違いに起因するものである。則ち、今回の実験では、受働荷重が690kgよりは擁壁変位は微小に押えられ、微小な転倒傾向を示す。また、受働荷重が440kgでは、滑動し型性化することがわかる。

#### 3.2 アンカー補強した場合の挙動 (B・C・Dシリーズ)

Bシリーズ・Dシリーズの初期緊張力の違いによる擁壁の挙動は、アンカー緊張時において、土塊側に変位し、載荷を始め

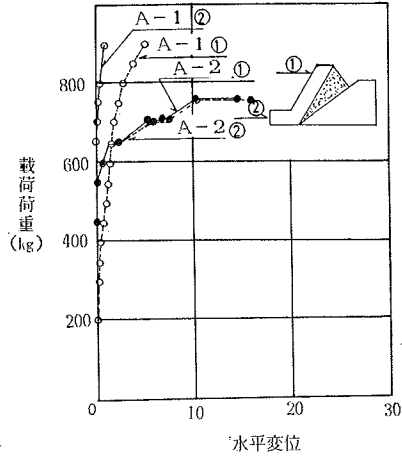


図-2 Aシリーズ水平変位

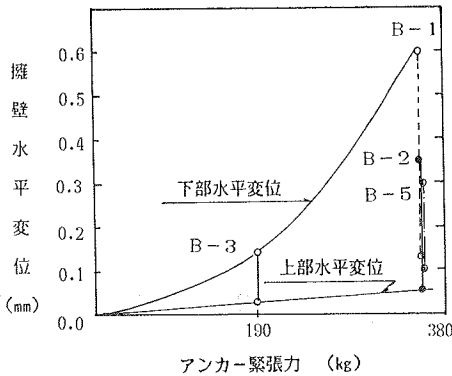


図-3 アンカー緊張後水平変位

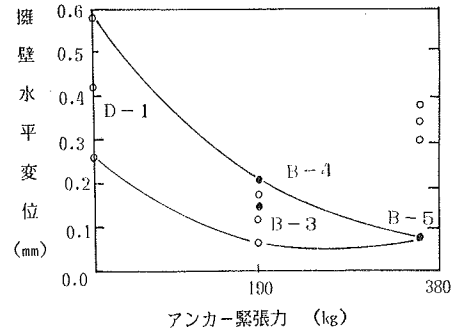


図-4 最大荷重時水平変位

ると前面に滑動傾向がある。

図-3に、アンカー緊張後の水平変位を示す。初期緊張力が大きくなると、上部変位が下部変位よりも大きくなり、微小な回転傾向を示す。これは、アンカーの設置位置に起因するものであると考えられる。また、最大荷重時は、前面滑動傾向の変位を示している。実験結果は、図-4に示されるように、緊張力の高いもの程、変位の拘束効果があり、上部、下部水平変位差は、小さくなる傾向であった。

次に、Cシリーズの実験では、アンカーを2段配置し、初期緊張力を、各々190kgづつ与えた。

擁壁の挙動は、図-5に示すように、アンカー緊張時に擁壁の下部変位が上部変位より大きく、載荷を始めるとその傾向は

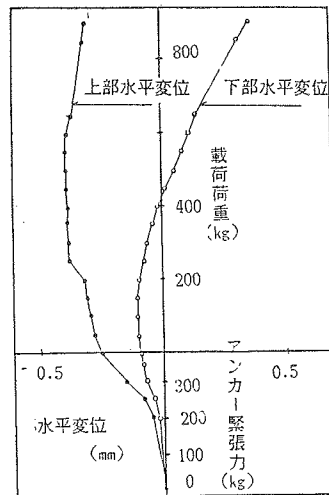


図-5 Cシリーズ水平変位

大きくなり擁壁が回転しようとする。これは、上段アンカーの設置位置が高い為(上段アンカーが支点となり)、回転方向へ擁壁が挙動した為と考えられる。したがって、今回のようなむだれ擁壁のモデルにおいて、アンカーを、擁壁上部に設置すると、それが、支点となり回転方向の挙動を示すので、上部に配置しても効果が少ないと考えられる。

### 3.3 アンカー緊張力と土圧の関係

土圧とアンカー緊張力の関係は、発生土圧のみを考えると、アンカー緊張力と密接な関係がある。

そこで、式(1)の仮定を行い、相関を検討する。

$$P_a = \bar{P}_0 \cdot A \quad \text{————— (1)}$$

$P_a$ : アンカー緊張力、 $\bar{P}_0$ : 発生土圧の平均、 $A$ : 擁壁背面面積

初期緊張力導入時に発生する土圧は、図-6に示すようにアンカー緊張力に起因する受働的な土圧であり、増加アンカー緊張力を面積で除した値にほぼ等しい。次に、上載荷重を増加させる過程における土圧変化、除荷過程における土圧変化を図-7に示す。載荷に伴って土圧は減少する。この時のアンカー緊張力の増加は微小である。その後、この軌跡はある点を境に急激に曲り、土圧は増加傾向を示す。また、この変曲点を超えると、アンカー緊張力は急激に増加し始める。この変曲点は、各ケースとも、一直線に並び、 $P_a = 16500 \cdot \bar{P}_0$ の直線に、平行である。

除荷過程では、図-7に示すように、緊張力は減り、土圧は、これに反比例し増加する。また、上載荷重を除去した状態で、 $P_a = 16500 \cdot \bar{P}_0$ の直線上に戻る。

上載荷重をかけることにより、土圧が、一時的に減少するのは、主に、砂の粒子再配列に起因し、外力エネルギーを吸収しようとする為である。その後土圧が増加するのは、吸収しきれなくなった載荷エネルギーにより、擁壁を前方へ移動させることにより解放しようとする為であると考えられる。

### 3.4 初期緊張力と増加緊張力の関係

各実験における増加アンカー緊張力の比較図を図-8に示す。実験結果は、初期緊張力が低い程、上載荷重の増加に伴うアンカー緊張力の増加は大きい。これは、初期緊張力が低い為、変位の拘束効果が低く、擁壁が変化しやすいことによる。

アンカー緊張力の弾性的増加と塑性的増加の関係を図-9に示す。実験結果を見ると、同一上載荷重に対する緊張力の増加

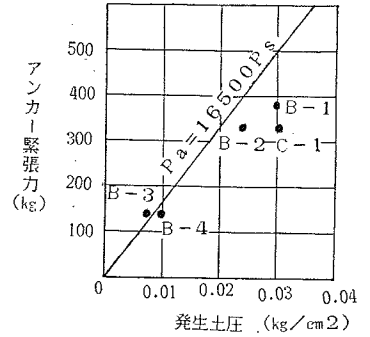


図-6 アンカー緊張力と発生土圧

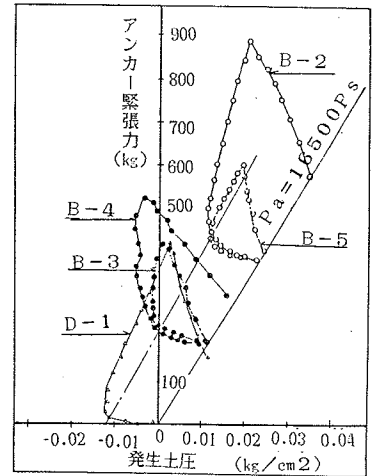


図-7 アンカー緊張力と発生土圧

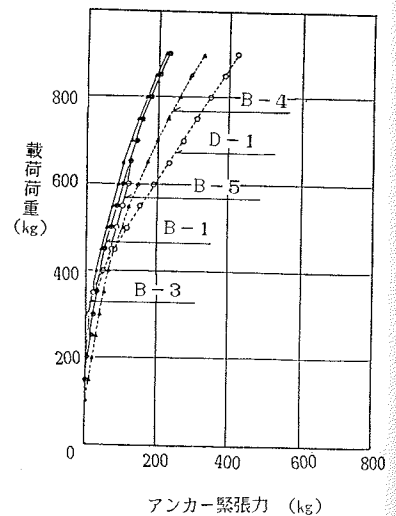


図-8 増加アンカー緊張力と上載荷重

は、初期緊張力が低いほど大きい傾向がある。つまり、初期緊張力が低いほど、擁壁が変化しやすいことを示し、また、塑性的増加量も初期緊張力が低いほど大きい。このことは、擁壁上載荷重除荷時に、元に戻りにくいことを示している。

以上を、土粒子の再配列に関連して考えれば、初期緊張力が低く、擁壁の拘束効果が低いと載荷に伴い擁壁が、変化しやすくなる。擁壁が変位すると土粒子の再配列を生じ、より密な配列に変わる為、除荷時に擁壁が元に戻りにくく、アンカー緊張力も塑性的に残留しやすい。

一方、初期緊張力が高いと、砂粒子は再配列しにくくなり、アンカー緊張力も弾性的に元に戻りやすくなる為と考えられる。

以上をまとめると、擁壁変位がある程度許容されるならば、初期緊張力を低くしておいても擁壁が変位することにより緊張力は、増加すると考えられる。

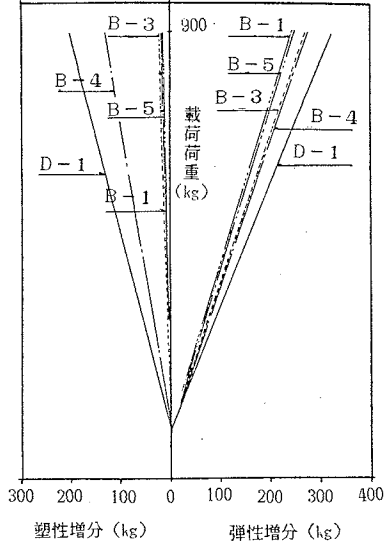


図-9 緊張力の弾性 塑性増分

#### 4. まとめ

今回の一連の実験から、傾向を把握出来た項目をまとめると、次のようになる。

- 1) 今回の実験モデルのようなもたれ擁壁の場合、アンカーは擁壁上部に配置すると効果は少ない。(Bシリーズ・Cシリーズの実験結果の水平変位より、Bシリーズは、滑動を抑制する傾向があるが、Cシリーズは、滑動を抑制するが、上段アンカーが支点となり、回転傾向を示す。)
- 2) アンカーによる変位の拘束効果は、高い。  
(適正な位置に設置されたアンカーは、その初期緊張力が高い程、この効果は大きい。)
- 3) アンカーの初期緊張力が低い程、上載荷重増加に伴う緊張力の増加量は大きい。したがって、擁壁の変位がある程度許容されるならば、初期緊張力を低くしておいても、擁壁の変位により、緊張力が増加する。
- 4) 発生土圧とアンカー緊張力の関係は、土圧が減りしている時、アンカー緊張力の増加は、微少で、土圧が増加すると、アンカー緊張力の増加も大きくなる。

#### 5. 参考文献

- 1) 建設省河川局刷防部 ; 斜面崩壊防止工事の設計と実例  
一急傾斜地崩壊防止工事技術指針一 昭和57年
- 2) 土質工学会 ; 土質工学ハンドブック 昭和57年
- 3) 土質工学会 ; アースアンカー工法 昭和51年