

アンカー付きコンクリートブロックを用いた擁壁の模型実験

長崎大学工学部	正	後藤 恵之輔
大洋技術開発(株)	正	黒瀬 正行
長崎大学工学部	学	○増田 浩二
長崎大学工学部	学	田中 良一

1. はじめに

補強土壁工法は近年になって新しい工法や補強材が次々と開発され、また経済的、効率的な構造物ができるという実績の上に立って、急速にその研究・開発が進められている。本研究では、アンカー付きコンクリートブロックを用いた擁壁の開発を目的とし、その第1段階として模型実験を行ったものである。今回は、構造物全体の挙動を把握するためにブロックに作用する土圧を測定し、その効果を検討した。以下に実験結果の一部とその考察を報告する。

2. 実験装置および方法

実験装置の概略を図-1に示す。模型実験に用いたブロックの材質は木材を使用、ブロック間の連結材として鋼棒を用いた。アンカーブロック3連を4列に配置し、盛土材として気乾状態の砂質土を自然落下させて擁壁モデルとした。ブロックの効果を見るために鋼棒で連結した場合と連結しない場合とに分けて実験を行った。その時のブロックに作用する土圧を土圧センサで測定する。土圧センサの取り付け位置を図-2に示す。なお、アンカーブロックに外力や強制変位は与えていない。

使用した砂質土は、乾燥密度 $\rho_d=1.33\text{g/cm}^3$ 、また、一面せん断試験結果から内部摩擦角 $\phi=26^\circ$ 粘着力 $c=0$ を得た。各ブロックの間隔は、土圧が互いに干渉しないよう考慮し、17cmとした。

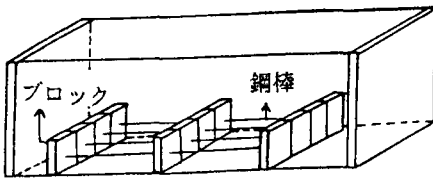


図-1 実験装置

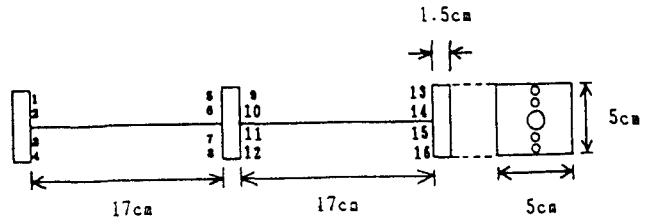
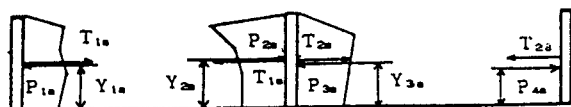


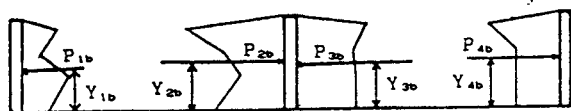
図-2 土圧センサ取り付け位置

3. 実験結果および考察

鋼棒で(a)連結した場合と、(b)連結しない場合のそれぞれの土圧分布図を図-3に示す。この土圧分布図の面積はブロックに作用する土圧の合力($P_{1a} \sim P_{4a}$ 、 $P_{1b} \sim P_{4b}$)となる。また、土圧分布図を三角形、四角形に分けそれぞれの合力と作用点の位置を求めると、バリニョンの定理より土圧合力の作用点の位置($Y_{1a} \sim Y_{4a}$ 、 $Y_{1b} \sim Y_{4b}$)が算出される。そこでブロック下端におけるモーメントの釣り合いの式から鋼棒に生ずる引張り力(T_1 、 T_2)を求めた(図-3参照)。なお、ブロック間の鋼棒の両端にかかる引張り力は作用・反作用の法則より等しいとして計算した。このようにして得られたそれぞれの値を表-1にまとめた。中央のブロックに注目してみると、鋼棒で連結した場合にかかる土圧は、連結しない場合のそれに比較して両側共に約5gf/cm小さくなっている。このことから土圧の軽減には鋼棒の引張り力が影響しているものと思われる。両端のブロックにおいては、右側で $P_{4a} < P_{4b}$ となり、土圧の軽減が見られるが、左側においては、逆に $P_{1a} > P_{1b}$ となり、鋼棒で連結した方が土圧がかかっている。



(a) 鋼棒で連結されている場合



(b) 鋼棒で連結されていない場合

表-1 土圧合力・作用点および引張り力

	鋼棒あり		鋼棒なし
P_{1a}	15.91 (gf/cm)	P_{1b}	13.04 (gf/cm)
P_{2a}	21.00 (gf/cm)	P_{2b}	26.02 (gf/cm)
P_{3a}	20.12 (gf/cm)	P_{3b}	25.00 (gf/cm)
P_{4a}	15.03 (gf/cm)	P_{4b}	19.92 (gf/cm)
Y_{1a}	2.34 (cm)	Y_{1b}	2.24 (cm)
Y_{2a}	2.61 (cm)	Y_{2b}	2.57 (cm)
Y_{3a}	2.29 (cm)	Y_{3b}	2.39 (cm)
Y_{4a}	1.90 (cm)	Y_{4b}	2.56 (cm)
T_1	14.89 (gf/cm)		
T_2	11.40 (gf/cm)		

図-3 土圧分布図および作用線図

①両端のブロックに作用する土圧を主働土圧と仮定してクーロン土圧による合力（理論値）を算出する。
主働土圧の合力： $P_a = K_a \cdot \gamma \cdot H^2 / 2$ ここに、 K_a ：クーロンの主働土圧係数

$$K_a = \frac{\sin^2(\theta - \phi)}{\sin^2 \theta \cdot \sin(\theta + \delta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - i)}{\sin(\theta + \delta) \sin(\theta - i)}} \right\}^2}$$

ここに、 ϕ ：裏込め土の内部摩擦角

δ ：壁面摩擦角

θ ：擁壁背面の傾斜角

i ：裏込め土の地表面傾斜角

$$\phi = 26^\circ, \theta = 90^\circ, i = 0^\circ, \delta = (2/3) \cdot \phi = 17^\circ$$

よってこれらの値を上式に代入して、 $K_a = 0.3475$

$$\therefore P_a = (1.33 \times 5^2 \times 0.3475) / 2 = 5.79 \text{ (gf/cm)}$$

②中央のブロックに作用する土圧を受働土圧と仮定して、クーロン土圧による合力（理論値）を算出する。

受働土圧の合力： $P_p = K_p \cdot \gamma \cdot H^2 / 2$ ここに K_p ：受働土圧係数

$$K_p = \frac{\sin^2(\theta + \phi)}{\sin^2 \theta \cdot \sin(\theta - \delta) \cdot \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + i)}{\sin(\theta - \delta) \cdot \sin(\theta - i)}} \right\}^2}$$

$$\therefore P_p = (1.00 \times 1.33 \times 5^2) / 2 = 16.65 \text{ (gf/cm)}$$

主働土圧と推定される両端のブロックに作用する土圧の合力 P_{1b} 、 P_{4b} （実験値）を P_a （理論値）と比較してみると、実験値が理論値の約3倍の値を示しているのが分かる。また、受働土圧と推定される中央のブロックに作用する土圧の合力 P_{2b} 、 P_{3b} （実験値）は P_p （理論値）より小さな値を示している。

4. あとがき

今後は鋼棒にゲージを貼り鋼棒の引張り力を測定し、モーメントの釣り合いから求めた引張り力の推定値との比較から、より詳細にアンカーブロックの作用土圧、鋼棒張力、全体の挙動を把握し、アンカーブロック擁壁の開発を急ぎたい。