

擁壁背面に作用する土圧の模型実験について

東北地建 東北技術事務所 赤津 武男

○ 片桐 真次

1. まえがき

擁壁を設計する場合、一番の問題として土圧と地震とがあげられる。すなわち擁壁設計に用いる土圧をいかに考えるかについては現在結論は出ていない。従来使用されている計算式として、ランキン、クーロン、テルツァギーなどがある。だがいずれの式が一番適合しているかは解明されておらず、設計されたものがはたしてその設置場所に適合し安定しているかどうかは疑問である。特に逆丁型および型擁壁を設計する場合、壁体の背面が単一でないのが官公庁、公社等の設計基準は土圧背面を様々仮想して安定計算を行なっている値は様々である。仮想のしかたによっては、過大または危険側の設計結果を生じたり矛盾する所がでる基礎の設計にも大きな影響を与えることもある。

本実験は実物大の鋼製擁壁を用い実際に擁壁の背面に作用する土圧（水平土圧、鉛直土圧、地盤反力）を調べ実状に合った設計法を検討するために行なったものである。この種の実験は砂を用いて行った例はあるが粘性土のような粘着力のある土質については前例がない。また小型の模型実験のみでは現場擁壁に対する土の力学的相似性及び施工条件等の問題があり、現場擁壁の設計に足る資料が得られないことから実物大のスケールで土圧実験を行なったものでその実験概要と測定結果を報告する。

なおこの実験は土質工学会と東北技術事務所の共同で当事務所構内で実施したものである。

2. 実験概要

2-1 鋼製擁壁の型式と寸法

実験に使用した鋼製擁壁は逆丁型の構造で、壁根としては図-1に示す軽量で剛性のあるサンド

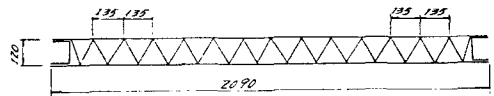


図-1 パネル断面寸法図 (mm)

イッチ鋼床板を用いた。この鋼床板は平鋼板を三角形状に組合わせて、両面板と溶接により一体としたワーレントラス型断面のものである。擁壁の本体は図-2に示すように鋼床板とH鋼フレームと組立のもので、高さ5m、底辺の長さ4.25m、幅が2.09mである。この種のパネルを3個設置した。

土圧を測定したのは中央のパネルのみで両端のパネルはダミー部分である。

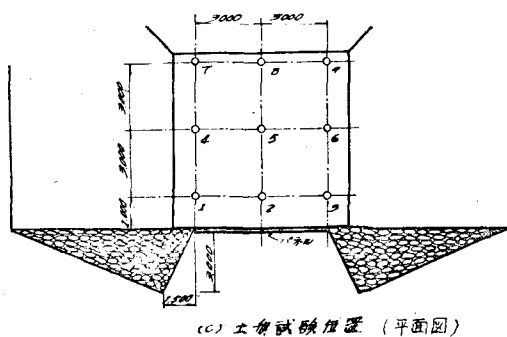
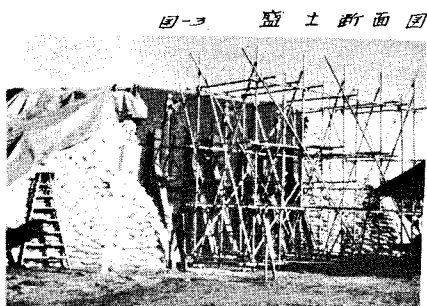
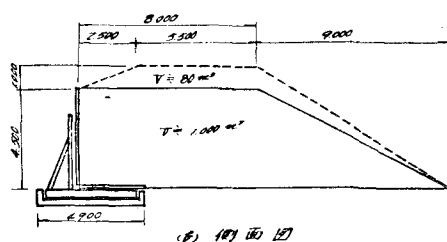
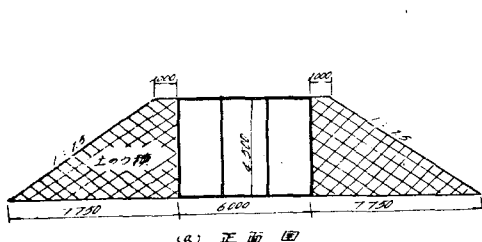
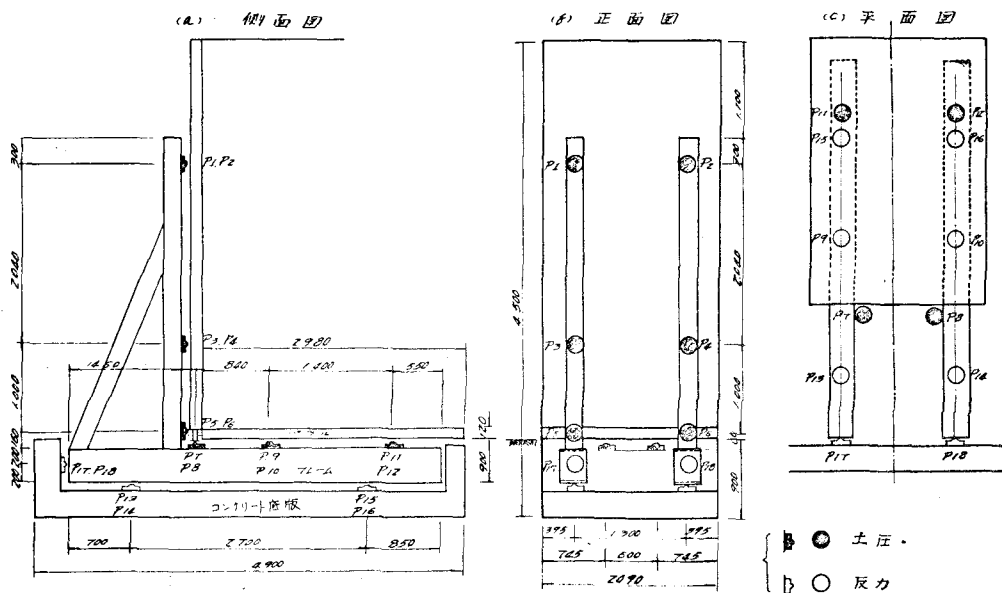
2-2 荷重計の設置位置と仕様

図-2に示すように水平パネルおよび鉛直パネルと二対のフレームの間にロードセル（ $\phi 160\text{mm}$, H 75mm）を挿入しパネル全体に均等な力を4点で受けとめる方式としそれぞれ水平荷重、鉛直荷重とした。

地盤反力は基礎地盤にコンクリート版を打設しコンクリート版に接するH鋼フレームの下にロードセルを設置し測定した。水平反力はコンクリート版の壁とH鋼フレーム先端との間で測定した。

水平反力および水平パネルと土のせん断抵抗を測定するために $P_9 \sim P_{12}$, $P_{13} \sim P_{16}$ のロードセルには棒状のローラーを挿入してある。ロードセルは全部で18ヶ所使用した。

ロードセルは阪田電機製で受圧板にオイルを封入した容量30tの差動トランス式のものである。



2-3 盛土の規模と施工方法

盛土の形は図-3示すように地表から4.5^m、天端幅8.0^m、両側ののり勾配1.5割で擁壁背後の地表が水平な場合とするとこれに1.0^m嵩上げし背後を傾斜させた場合の二種について行なった。使用した土量は約1,200^m³である。盛土はブルドーザー(15^t)を使用し転圧仕上げ厚さは30^{cm}とした。転圧は5回程度とし水平パネル上は人力軟式で振動コンパクターを用い30^{cm}づつ90^{cm}まで行ない、90^{cm}から上の部分は普通現場で行なっている施工手法と同じように行なった。なお壁面付近は振動コンパクターで

鞏固した。盛土の土質試験は図-3の(c)の位置で行ない60cmごとに実施した。

2-4 調査項目

実験の調査項目は次のとおりである。土圧(ロードセル)、変位及び変形(ダイヤルゲージ、測量)、部材の応力(ストレインゲージ)を測定し、土質試験は単重、含水量、一軸および三軸圧縮試験、CBR、平板載荷等である。

2-5 盛土材料の特性と基礎地盤

実験に用いた材料の特性は表-1に示すとおりである。擁壁を設置した基礎地盤の土層は地表から-80^{cm}までは締まっている砂質ロームであり、-80^{cm}以下は砂層で地下水位は-100^{cm}であった。

N値は-15^mの新で7、-20^mでは26程度である。コンクリートの底版基礎面は地表から-1.0^mの砂層の上に施工したものである。

3 実験結果と考察

3-1 盛土の土質試験

土質試験の結果は表-2に示すとおりである。値は平均値で示す。鞏固めは各層ともほぼ均等に行なわれバラツキは少ない。

3-2 背面の土圧作用位置について

擁壁の背面に作用する土圧の位置は図-4に示すように、水平土圧の合力は擁壁高さの1/3より高い位置に作用している。また鉛直土圧の合力は水平土圧版の1/2より後方にあり、地盤反力は左右わずかに違うが平均すると底版前後とも水平に近い。水平土圧はテルツァギ-のT3によって計算した値と近い。盛土高さと水平及鉛直の土圧の関係は図-6に示すが水平土圧の値が変化が大きくバラツキ

表-1 盛土材料の特性

試験項目		値
土質分類		ML(粉砂土)
比重		2.610
粒 度	200 ^μ 以下の通過率(%)	100
	420 ^μ 以下の通過率(%)	85
	75 ^μ 以下の通過率(%)	37
	面力率(%)	
コンニ-テ	塑性限界(%)	30.5
	液性限界(%)	24.5
栄固め	最大圧縮変形(%)	1.556
	最大乾燥変形(%)	1.523
	最適含水比(%)	20.5

表-2 土質試験結果

湿潤密度(ρ_w)	1.85T	
乾燥密度(ρ_d)	1.485	
含水量(W)(%)	25.7	
コンニ-テ	76	
K 値	6.3	
CBR (%)	28	
一軸圧縮強度(σ_c)	105	
三軸	粘着力C(%)	0.18~0.62
	摩擦角 ϕ (度)	11~18°
ポアソン比		0.667~0.699

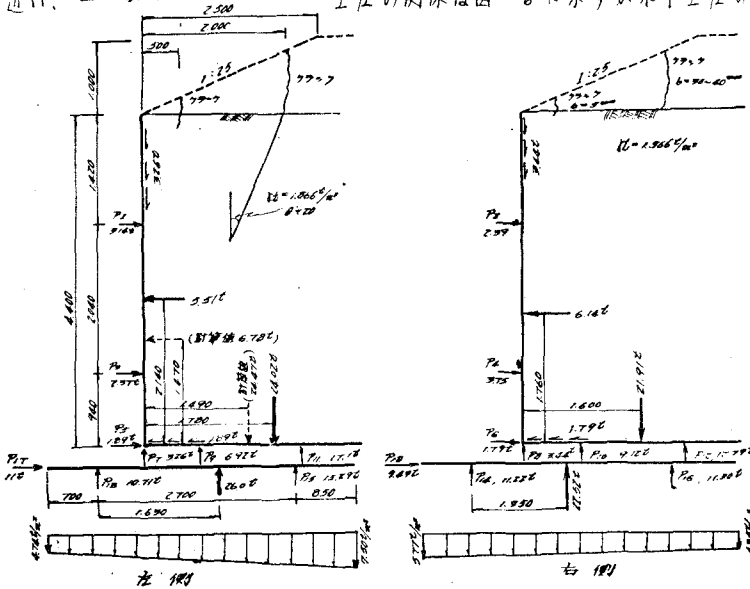


図-4. 背面の土圧作用図(盛土、4.5^m盛土、1:1.5)

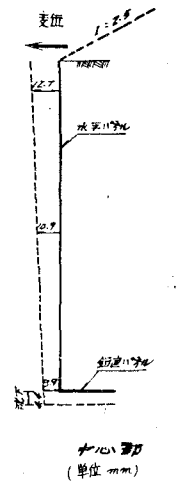


図-5. 前面の土圧作用図(盛土、4.5^m盛土、1:1.5)

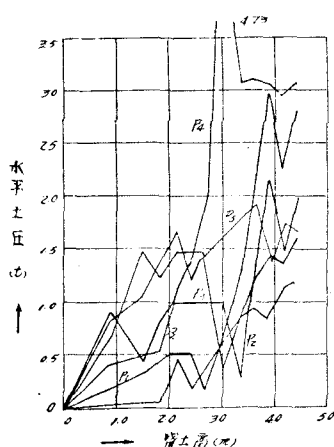


図-6 水平土圧と鉛直土圧と盛土の関係

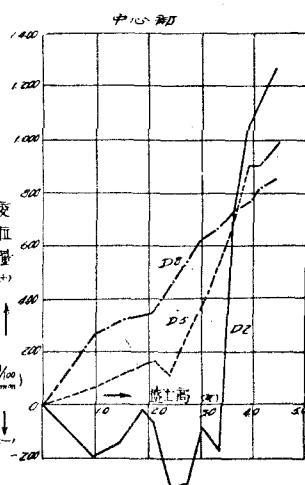
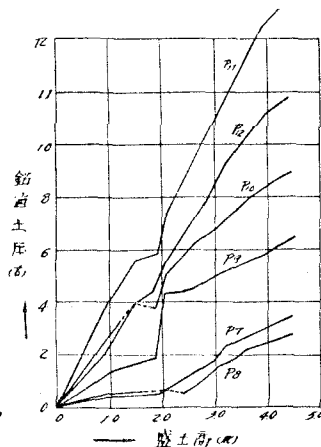


図-7 鉛直土圧と変位と盛土の関係

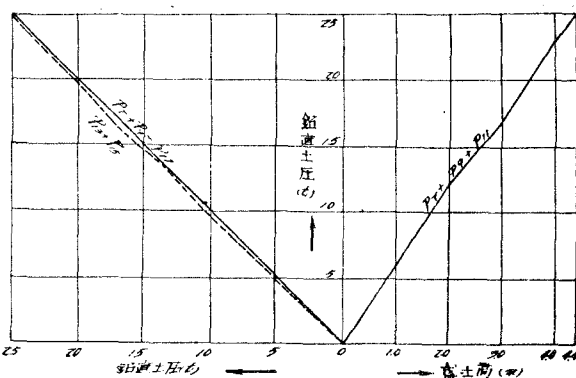
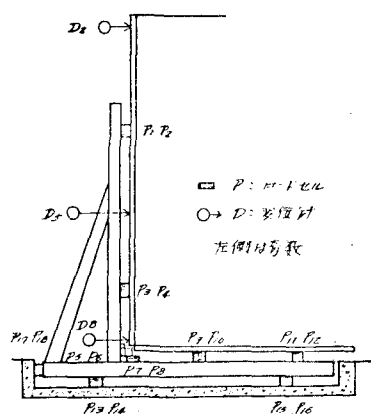


図-8 鉛直土圧の組合せ
($P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6$)
(C: 単位)

鉛直土圧は盛土の進行とともに増加している。鉛直土圧(左側)の合力を組合せると図-8のようになり水平パネル上の土圧はコンクリート版上のロードセルで全部受けとめていることがわかり、ロードセルは正常に働いていることがわかる。

3-3 変位及び沉下について

鉛直パネルの変位は図-5に示すように前面に動いており頭部で12.7mm、下部で8.9mmであった。底版の沉下は4.4mm程度で、水平と鉛直の変形係数は $K = K_v/K_H$ より4~5程度になっている。擁壁背面地表の沉下は10日後で平均10mmであった。背面のクラックは嵩上げを行なって約1ヶ月後に人工散水(130mm)と自然降雨(70mm)により背面から50mmと2.0mの所にクラックが発生した。クラックのすべり面角度は大体20°であった。

4. あとがき

この実験の実施に当り、土質工学会(鋼製擁壁に関する委員会)委員長、東大 福岡正己教授の御指導と助言をいただいた。ここに厚く感謝の意を表わす次第である。