



土木研究所資料

第五三六号

壁の移動と土圧に関する一実験(第二報)

昭和四十四年十一月

建設省土木研究所

土木研究所資料

第536号

壁の移動と土圧に関する一実験(第2報)

昭和44年11月

建設省土木研究所

目 次

〔 1 〕 は じ め に	1
〔 2 〕 実験用土圧測定装置	2
1. 平行移動壁用土圧測定箱	2
2. 回転移動壁用土圧測定箱	3
〔 3 〕 実 験 方 法	6
1. 予備実験	6
2. 本実験	7
〔 4 〕 実験に用いた砂の性質	8
〔 5 〕 実験条件	9
〔 6 〕 実験結果と考察	10
〔 7 〕 要約とむすび	67

施 工 研 究 室

〔1〕 はじめに

鋼矢板のようなタワミ性のものは勿論、コンクリート擁壁等のような剛性のあるものでも、背面に作用する土圧や基礎地盤の沈下、スベリ等によって変位を生ずる。この壁の変位によって、背面土圧がどのような変化をするかを知るために、土圧実験箱に、平行移動壁と壁底を中心として回転移動する壁を設けて、壁に作用する土圧と壁移動量との関係を調べた。

また最近、山岳道路の発達により、急峻な山腹に擁壁の設置されることが多くなってきたが、この地山の斜面勾配が、そこに設置される擁壁に作用する背面土圧にどのような影響を与えるかを調べるために、実験砂槽内に勾配が1:1と1:1.5の傾斜板を入れて、移動壁にかかる土圧の比較実験を行った。

なおこれらの実験は「土留構造物の設計施工法に関する試験調査」の研究の一部であり、先に発表した「土木研究所資料 第232号」から引き続いている。

〔2〕 実験用土圧測定装置

土圧測定に使用した砂槽の仕様は次の通りである。

1. 平行移動壁用土圧測定箱

有効容積	高さ 120 cm	巾 100 cm	奥行 200 cm
移動壁面積	高さ 115 cm	巾 99 cm	
壁移動量	60 mm		

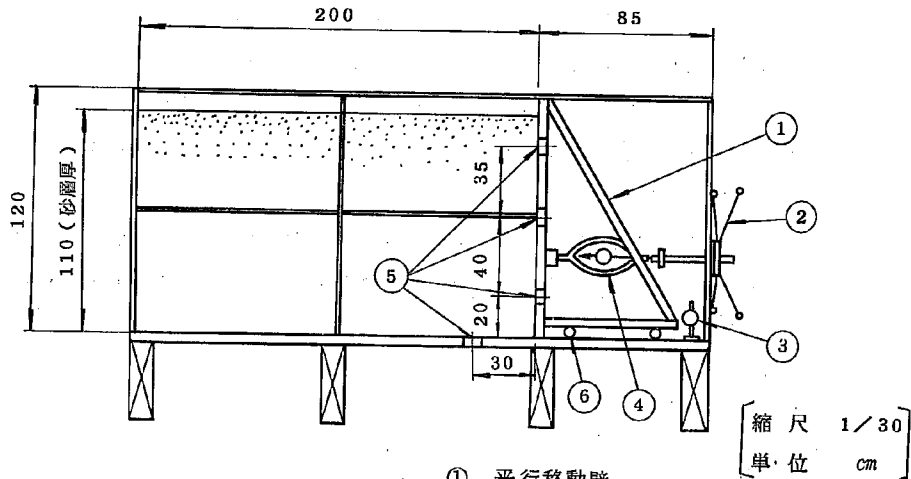


図 2-1 平行移動壁の砂槽

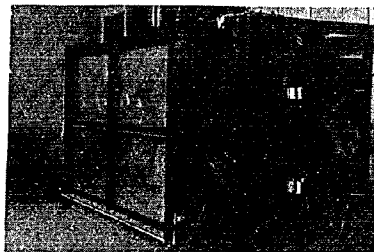


図 2-2 平行移動壁の砂槽全影

- ① 平行移動壁
- ② スクリューギヤー
- ③ ダイアルゲージ
- ④ ブルーピングリング
- ⑤ 土圧計 (4 個)
- ⑥ ローラー

砂槽は山型鋼で骨組し、外側は厚さ 1.5 cm のラワン板を張り砂槽内壁は壁面摩擦を少なくするようステンレス板を張って仕上げた。移動壁はラワンの厚さ 2 cm とした。砂の移動を観察するために、側面壁の一方には厚さ 0.5 cm の透明アクリル板を張った。



図 2-3 土圧計及び
スクリューギヤー

土圧計は移動壁中央線上，壁底より 20 cm，60 cm，95 cm の位置及び砂槽底部で移動壁より 30 cm の位置の 4 か所に直径 15 cm，厚さ 6 cm，容量 0.2 kg/cm の坂田電機製差動トランス式増幅器（AD-60）と共和電業製ビジグラフ（FR-301）を使用した。

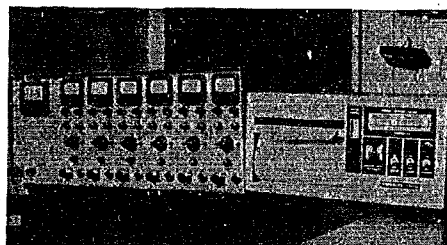


図 2-4 差動トランス式増幅器
とビジグラフ

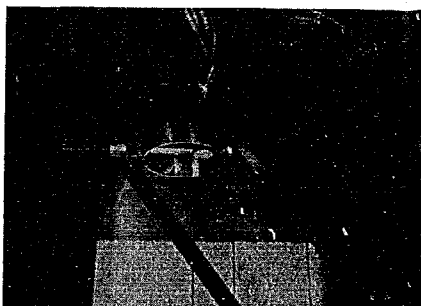


図 2-5 移動壁及びブルーピング
リング

壁の微動変位を測定するダイヤルゲージとしては，尾崎製作所製ビーコック型ダイヤルゲージ（感度 $\frac{1}{100}mm$ ，ストローク 10 mm）を使用した。壁に作用する全土圧をチェックするために，丸東製作所製の容量 1 ton の円型ブルーピングリングを図 2-1 のように使用した。

2. 回転移動壁用土圧測定箱

有効容積	高さ 120 cm	巾 100 cm	奥行 150 cm
移動壁面積	高さ 110 cm	巾 99 cm	
壁移動量	壁頂において 6 cm		

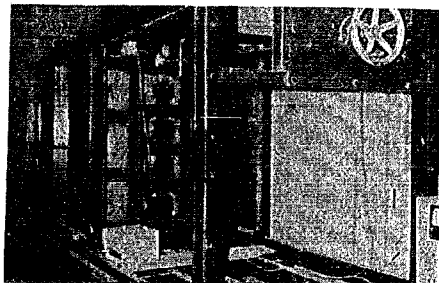
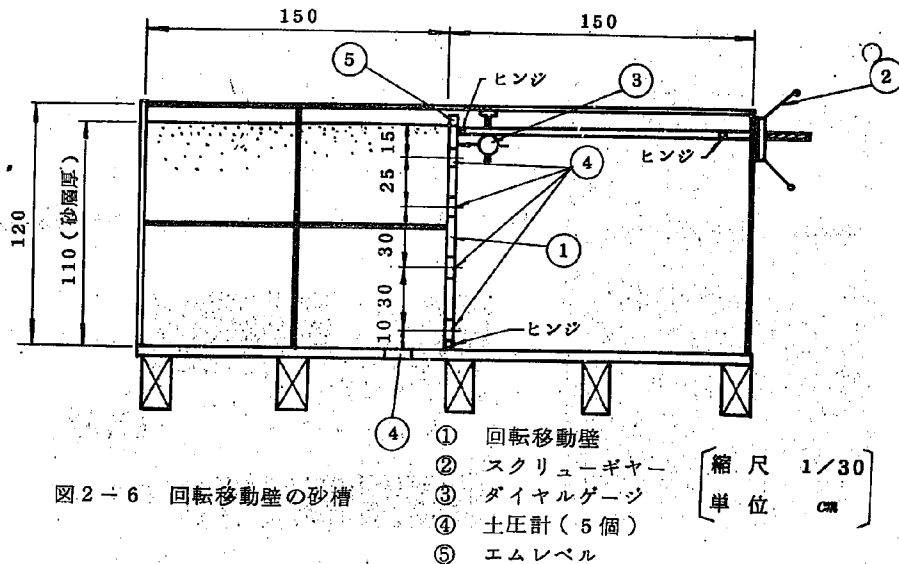


図 2-7 回転移動壁の砂槽の全影

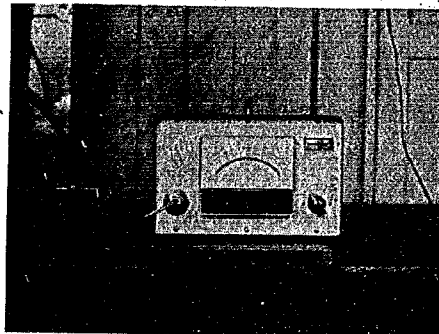


図 2-8 エムレベル

砂槽は、平行移動壁の砂槽と同じように、山型鋼で骨組し外側は厚さ 4.5 mm のラワン板を張り、内側はステンレス板を張り、側面壁の一方には、透明アクリル板を張った。

回転壁の壁下端は、自由に回転出来るように、ヒンジ構造とし、壁頂を支えるバーを、スクリューギヤーで回転させて壁に移動をおこさせた。

壁移動前に、回転壁を正しく鉛直に保つために、測機舎製エムレベルを、回転移動壁頂にとりつけた。

壁移動量は、前記のダイヤルゲージを使用した。

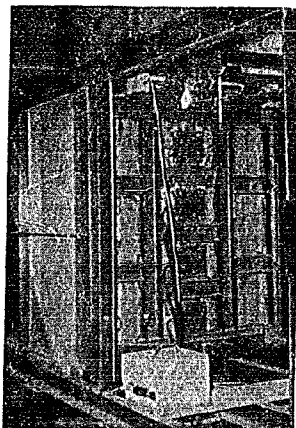


図2-9 土圧計

土圧計は、移動壁中央線上、壁底より10 cm, 40 cm, 70 cm, 95 cmの位置及び、砂槽底部で移動壁より30 cmの位置の5か所に直径0.1 kg/cm² (但し底部の土圧計は容量0.2 kg/cm²)の坂田電機製を取付けた。

なお土圧計は容量が小さいので、土圧計の受圧面に残留歪を起し、測定値に影響を及ぼすことが考えられるので、6実験に1回の割合で検定を行なった。

検定は水圧を利用して、加圧と減圧の値が同じになるまで繰り返し行なった。

〔3〕 実験方法

1. 予備実験

本実験の前に、移動壁の剛性、砂を砂槽に入れる時に壁を移動させないで支持する方法、砂粒の移動の観測方法、砂の締固めが受圧壁に与える影響等を解決するために予備実験を行なった。

(1) 砂の移動を知るには

スベリ面、砂粒の移動を観察するために、砂槽の透明壁に添い、高さ10 cmごとに、厚さ1.5 cm、奥行1.5 cmの石灰の層を入れた。

(2) 受圧壁の剛性

図2-1等に表示するように、平行移動壁は剛性を保つために、型鋼で格子を作り、それに厚さ2 cmのラワン板を張りつけた。なお壁頂の撓みをおさえるために、支え型鋼を備えたが、砂槽に砂を満たすと、壁平行移動開始前に1 mm程度の撓みが壁頂において観測された。

(3) 移動壁の平行移動を0に保つには

砂槽に砂を入れる時、図2-1に示した③のダイヤルゲージを常に0に合わせるために、②のスクリュウギヤーを操作した。

(4) 砂の締固めの影響

砂を一定厚さに入れるごとに、バイブレーションをかけたり、踏み固めたりすると、移動量を0に保つことが非常に困難であり、一定の土圧を得る事が出来ないために、砂を入れる方法はベルトコンベアを用いて自然落下とした。

(5) 移動壁と砂槽の側壁とのすきま

移動壁と砂槽の側壁との間に摩擦抵抗が発生しないように、約3 mmのすきまをとってある。壁移動時にこのすきまから砂がこぼれないように、幅10 cm程のビニールの帯をすきまの内側にたらしした。これは摩擦もなく、砂もこぼれ出さず、非常に良い結果を得た。

(6) 平行移動壁は、支え形鋼の下にとりつけられたローラーによって、なめらかに水平方向に移動するので、移動時の底面摩擦は無視出来る程度に小さい。

(7) 砂槽内に入れる傾斜板は、 7×7 cmの角材2本に2 cm厚のラワン板をうちつけ表面にはナイロンを張りつけて作った。傾斜板を、1 : 1と1 : 1.5の勾配に正しく保つために、型綱で支持台を作った。

2. 本 実 験

壁静止時における土圧は、差動トランス式増幅器で静的に測定し、壁移動時の過渡的な土圧は、これにビジグラフを接続して記録した。

平行移動壁の場合土圧は総平行移動量5.6 mmまで連続的に測定した。

回転移動壁の場合は、壁頂より5 cm下(壁回転軸から105 cm上)の位置の水平移動量が5.6 mmになるまで連続的にビジグラフでこの点における水平移動量と土圧の変化の関係を記録した。壁の移動速度は、平行移動壁は水平方向に1 mm/分、回転移動壁は壁頂より5 cm下の水平移動量が1 mm/分になるように、スクリュージャーにより制御した。

平行移動壁には、壁全体に作用する土圧を測定するために、壁底から壁高の $\frac{1}{3}$ あがった点にブルーピングリングをとりつけ、(図2-1)全土圧の変化と壁移動量の関係を求めた。回転移動壁の場合、壁頂を支えるバーに作用する力をブルーピングリングで測定したとしても、これは壁全体に作用する土圧をあらわさないで測定は行わなかった。

砂の移動状態は写真撮影により記録した。

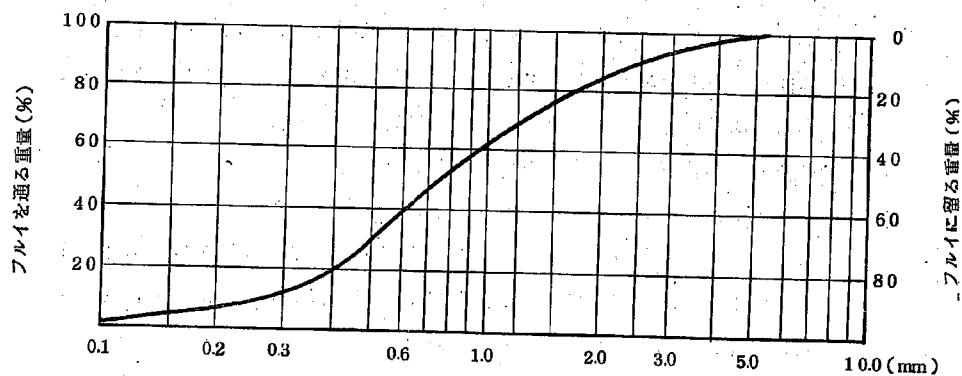
土圧計は、約6回実験を行なうごとに、深さ2 mの水槽につけたり、出したりして性能を検定した。常に0点が移動したり、較正曲線の傾きが変化した。これは応力によって土圧計受圧板が歪んだことによるとともに、温度変化による影響が大きいと思われる。

〔4〕 実験に用いた砂の性質

実験に用いた砂は、渡良瀬川産の粗砂である。その性質は次の通りである。

含水比	w (%)	0.7
比重	G_s	2.48
湿潤密度	r_t (g/cm ³)	1.491
乾燥密度	r_d (g/cm ³)	1.481
間隙比	e	0.675
空気間隙率	V_a (%)	39.3
水体積率	V_w (%)	1.0
土粒子体積率	V_s (%)	59.7
粗粒度		2.88

粒度分布図



〔5〕 実 験 条 件

実験は次の表に示す条件に従って行なった。

条 件 記 号	実 験 条 件 図	実 験 条 件 略 説
P ₀ ○		砂槽に砂を満たし、平行移動壁にかかる土圧を測定
P _{1.5} △		砂槽内に図に示すように勾配1割5分の傾斜板を入れ、平行移動壁にかかる土圧を測定
P ₁ □		砂槽内に図に示すように勾配1割の傾斜板を入れ、平行移動壁にかかる土圧を測定
P _{0G} ⊙		裏込に30cm厚の砕石層を作り土圧計防護のために壁に麻袋を取付けた。砕石のすき間には砂をつめた。
P _{1.5G} ▲		裏込に30cm厚の砕石層を作り土圧計防護のために壁に麻袋を取付けた。砕石のすき間には砂をつめた。さらに勾配1割5分の傾斜板を入れた。
P _{1G} □		裏込に30cm厚の砕石層を作り土圧計防護のために壁に麻袋を取付けた。砕石のすき間には砂をつめた。さらに勾配1割の傾斜板を入れた。
R ₀ ●		砂槽に砂を満たし、壁底を中心として回転する回転移動壁にかかる土圧を測定
R _{1.5} ▲		砂槽内に図に示すような勾配1割5分の傾斜板を入れ、回転移動壁にかかる土圧を測定
R ₁ □		砂槽内に図に示すような勾配1割の傾斜板を入れ、回転移動壁にかかる土圧を測定

〔注〕 { P : 平行移動
R : 回転 (下端ヒンジ)

{ 0 : 裏込無限
1 : 1 : 1 の傾斜板
15 : 1 : 15 の傾斜板

G : 裏込栗石

〔6〕 実験結果と考察

1. ビジグラフで記録された、壁移動による土圧変化の状態を、図6-1-1から、図6-1-9と表6-1-1から表6-1-6に示す。

○ 壁が平行移動をする場合は、地表面近くの土圧は、移動量 $\frac{10}{100}$ mmまでは少し減少するが、それ以後は次第に増加する。

中央部の土圧は $\frac{20}{100}$ mm程度まで減少するがそれ以後は、ほとんど変化しない。

底付近の土圧は、移動量4 mm程度まで減少し続ける。

- 壁が回転移動する場合、地表近くの土圧は壁が移動するとすぐに減少し、その後はほとんど変化しない。

底付近の土圧は、壁頂より5 cm下の点の水平方向移動量が4 mmになるまで減少し続けるが、平行移動の場合に比べれば、減少量は少ない。一般に地表面近くの土圧変化は、底付近の土圧変化よりも少ない。

これらの測定結果について共通していえることは、土圧が増加するにしても、減少するにしても、波を起こしながら増加又は減少することである。これは砂が、次々と塑性平衡状態を破って壁にむかって迂りおちてくることを表わしている。

2. 各深さにおける測定値を結んで、壁が0 mm, $\frac{5}{100}$ mm, $\frac{10}{100}$ mm, $\frac{100}{100}$ mm, $\frac{300}{100}$ mm, $\frac{500}{100}$ mm移動した時の土圧の分布図を図6-2-1から図6-2-22に示す。移動量0 mmとは後に述べるように厳密に壁が変位しない状態を意味するのではなく、壁移動開始直前を意味するものである。

条件Pの土圧分布を図6-2-1から図6-2-5に示すが、移動量0 mmの土圧分布を比較すれば、裏込め砂のうしろに入れた傾斜板の勾配が急になるにつれて、壁底に近い部分に作用する土圧値が小さくなる傾向がある。その上傾斜板の勾配が急になるにつれて、壁移動による底付近の土圧が多く減少する傾向がある。

壁が $\frac{5}{100}$ mm平行移動しただけで、壁全面にわたって土圧が減少する。これは土塊全体が同時に塑性平衡状態になったためと思われる。

移動量が $\frac{10}{100} \sim \frac{20}{100}$ mm をこえると土圧の再分配が発生して、地表面付近の土圧は増加し、底付近の土圧は減少し続け、三角形に近かった土圧分布が弓形の分布に変化しだす。土圧の再分配が発生する壁移動量が裏込砂の性質とどのような関係があるかを、今後調べる必要があると思われる。

3. 条件 P₀ の土圧分布を図 6-2-6 から図 6-2-10 に示すが、これはかなりのちらばりがある。集中荷重が、かからないように、土圧計表面を三枚の麻袋でおおってから、碎石を 30 cm 程の高さから自然落下させて碎石層を作り、そのすき間に砂を流しこんだのであるが、実験によって碎石の噛合う程度が異なるために、土圧計は過大又は過小な値を示したものである。しかし一般的には、砂のみの場合（条件 P）に比較して、壁移動による底付近の土圧減少が著しく、中には 0 になるものもある。逆に壁中央部では土圧は変化しないか又は増加している。

これは、碎石層が撓み染の働きをして、支点となる壁頂、壁底部の土圧は小さくなり、染中央部は撓みがおこって壁に多くの土圧をかけるためと思われる。

4. 条件 R の土圧分布を図 6-2-11 から図 6-2-22 に示すが、壁が回転移動を起こし、壁頂から 5 cm 下の点の水平移動量が $\frac{5}{100}$ mm になれば、地表面近くの土圧のみが減少して、底付近の土圧は変化しない。壁が回転移動を起こし、壁頂部の水平移動量が $\frac{10}{100}$ mm になれば、すでに土圧の減少した地表面近くの部分はそれほど土圧の変化を起こさず、それより下の部分の土圧が減少することがわかる。すなわち、壁が回転移動をはじめた時には、土圧の減少は地表面近くから、つぎつぎに下に伝わって行くことが認められる。すなわちこれは、壁が回転移動した場合は、土塊全体がただちに塑性平衡状態になるのではなくて、地表面近くから底にむかって塑性平衡領域が広がっていくことを示している。

土圧分布は、壁平行移動の場合と異なり、変位量の多少にかかわらず、三角形分布を保つ。

図 6-1-1 壁の回転移動と土圧の関係

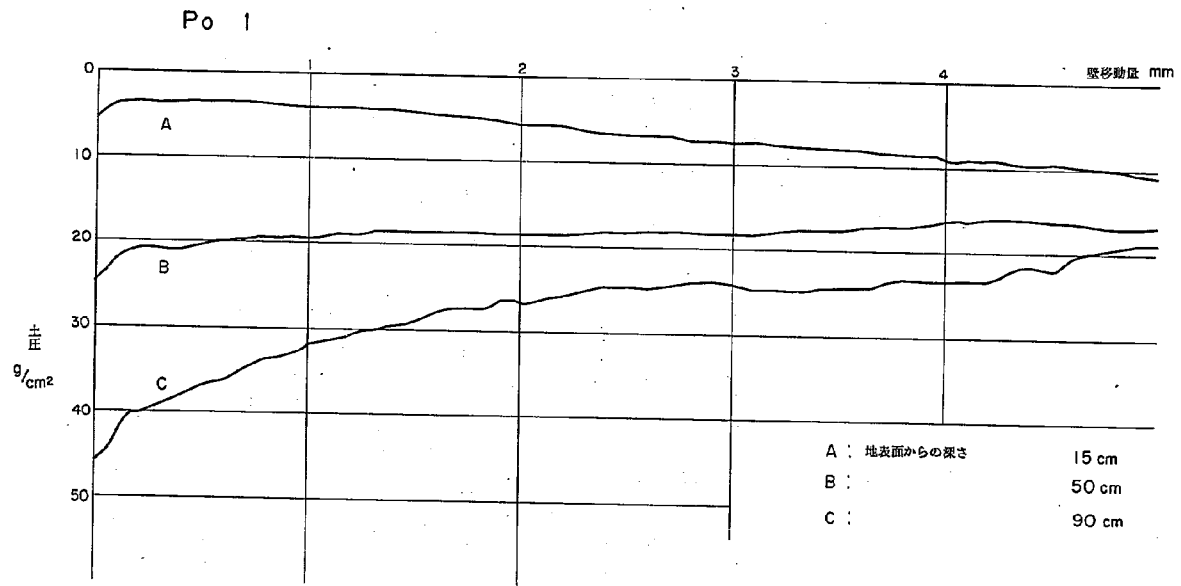


図 6-1-2 壁の水平移動と土圧の関係

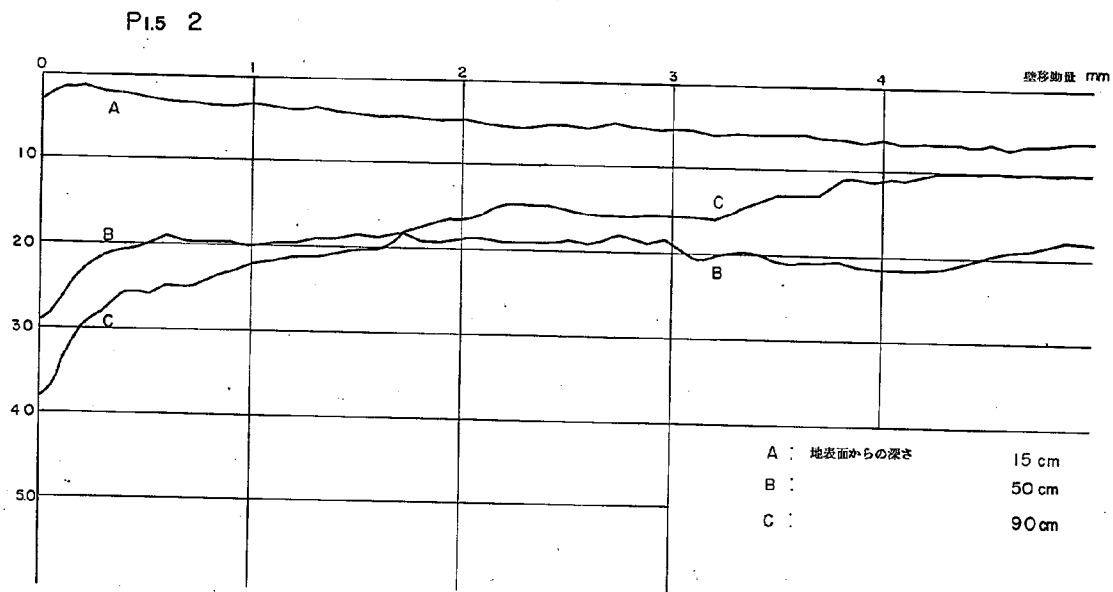


図 6-1-3 壁の水平移動と土圧の関係

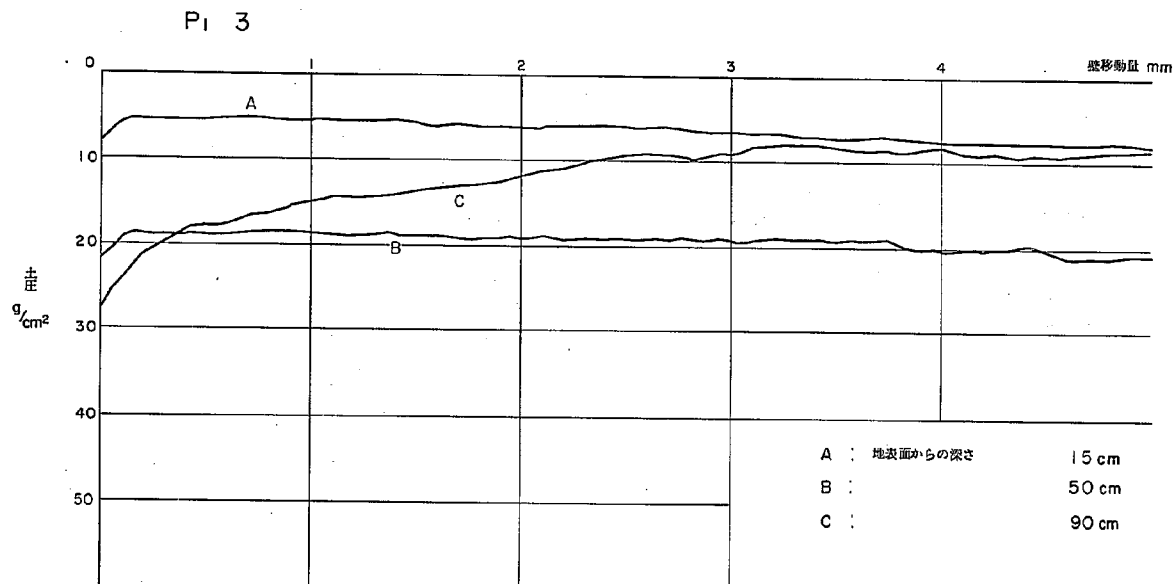


図 6-1-4 壁の水平移動と土圧の関係

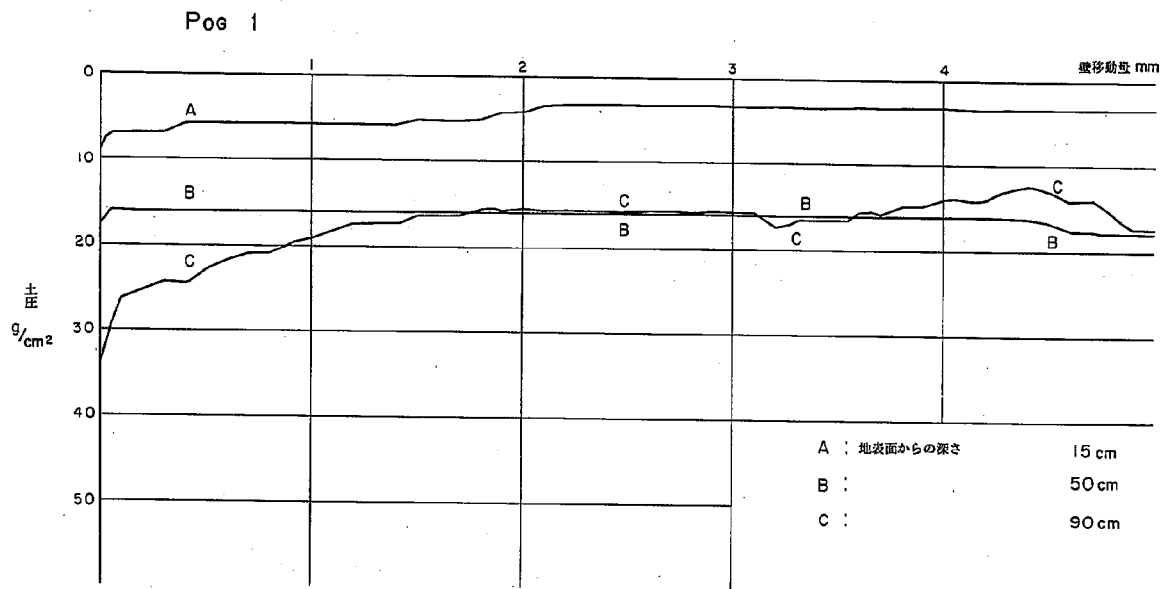


図 6-1-5 壁の水平移動と土圧の関係

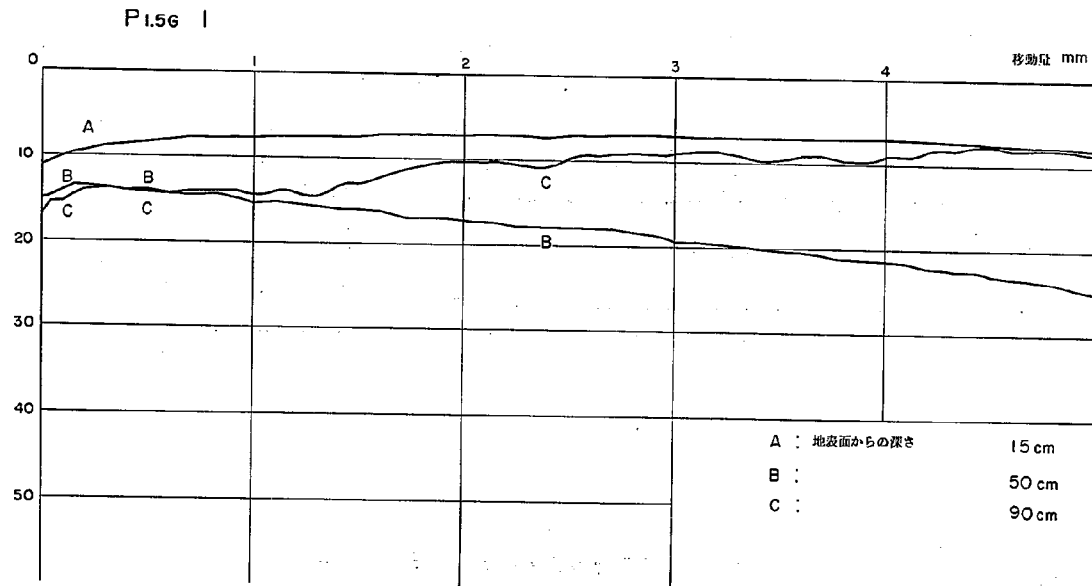


図 6-1-6 壁の水平移動と土圧の関係

Fig 2

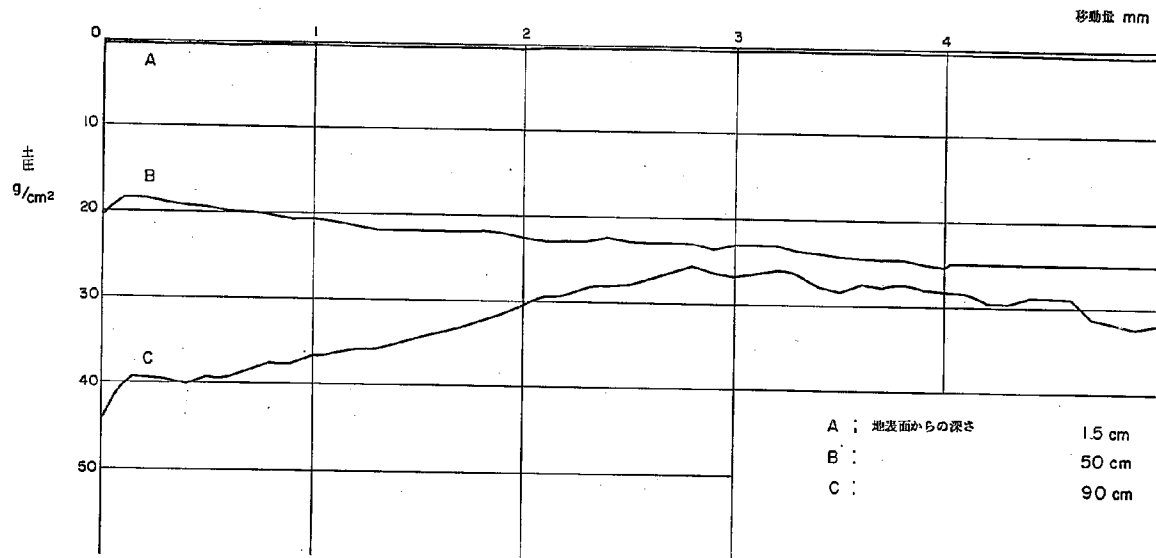


図 6-1-7 壁の回転移動と土圧の関係

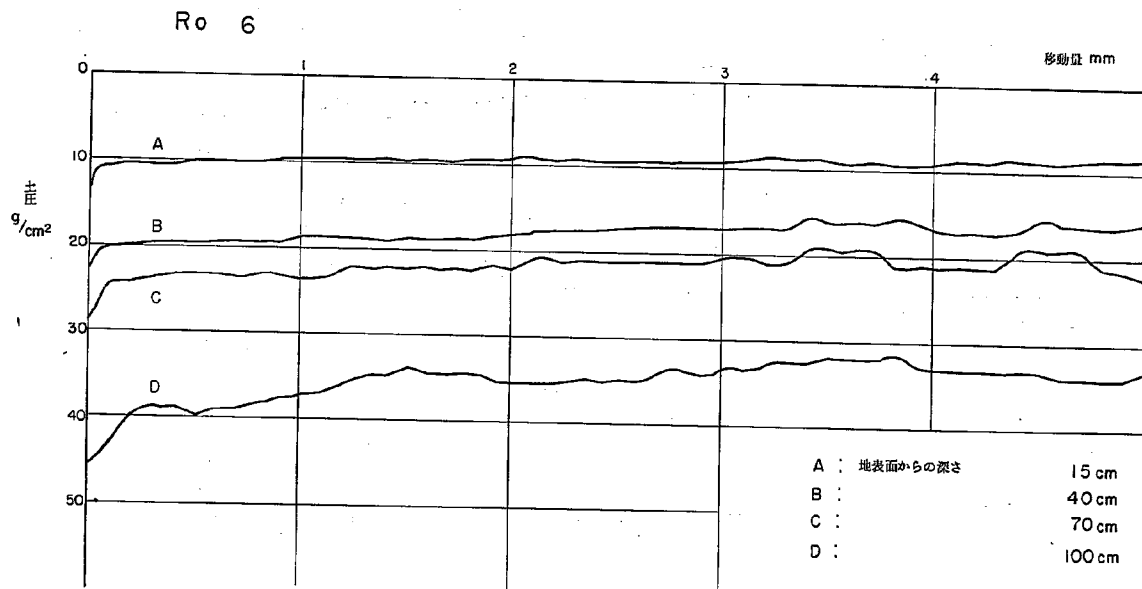


図 6-1-8 壁の回転移動と土圧の関係

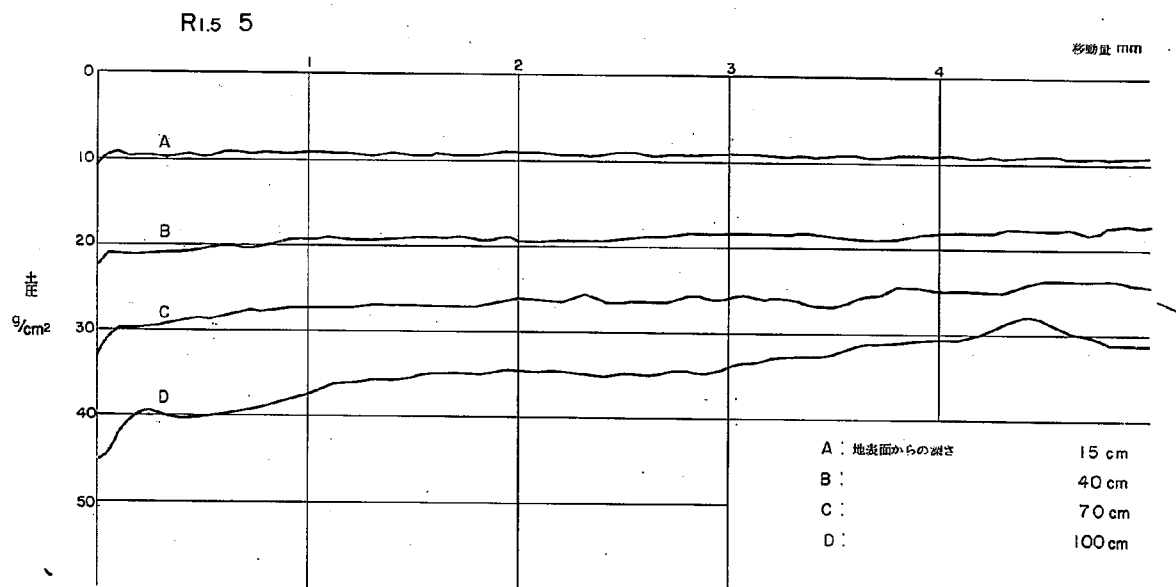


図 6-1-9 壁の回転移動と土圧の関係

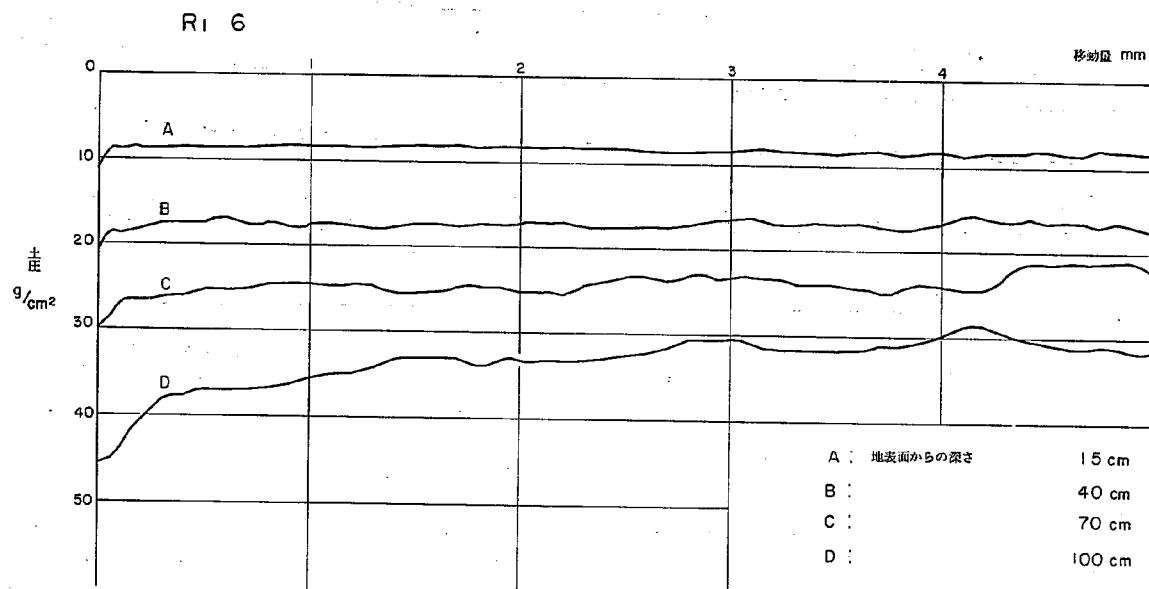


表 6 - 1 - 1 壁平行移動時の測定土圧

(単位 g/cm^2)

		壁底より 95cm (地表より 15cm) の土圧								壁底より 60cm (地表より 50cm) の土圧							
		壁移動量 (1/100mm)								壁移動量 (1/100mm)							
実験番号		0	5	10	100	200	300	400	500	0	5	10	100	200	300	400	500
P ₀	1	54	4.5	3.9	4.2	5.8	7.4	9.0	10.6	24.5	23.4	21.9	19.4	18.6	18.3	16.4	16.8
	2	63	5.1	4.2	5.7	8.2	10.0	10.2	10.4	23.2	22.4	21.3	19.1	17.7	17.0	15.7	17.0
	3	7.4	6.4	6.0	6.8	8.6	10.4	11.6	12.8	24.0	23.0	22.0	20.7	19.3	18.0	16.7	17.0
P _{1.5}	1	2.0	1.6	1.4	2.0	2.5	3.0	3.6	4.1	24.0	22.8	20.8	17.6	16.0	18.0	20.0	21.6
	2	3.0	2.5	1.7	3.4	4.9	5.6	6.4	6.4	29.0	28.4	26.6	20.1	18.8	19.0	21.5	18.4
P ₁	1	3.0	2.2	1.4	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	22.8	21.4	19.1	18.1	18.8	17.7	17.4	17.7
	2	3.8	3.1	3.1	3.0	3.3	3.6	4.0	4.5	22.3	21.3	19.9	18.2	17.5	16.5	16.5	17.9
	3	7.8	6.7	5.8	5.5	6.1	6.7	7.7	8.1	21.4	20.5	19.2	18.7	19.4	19.4	20.3	20.9
	4	8.7	8.1	6.5	6.2	6.2	6.8	7.0	7.8	25.0	24.2	24.0	21.5	21.3	22.9	24.3	25.7
		壁底より 20cm (地表より 90cm) の土圧								壁底 (移動壁より 30cm) の土圧							
		壁移動量 (1/100mm)								壁移動量 (1/100mm)							
実験番号		0	5	10	100	200	300	400	500	0	5	10	100	200	300	400	500
P ₀	1	45.7	44.7	42.5	31.8	26.8	24.2	23.2	18.9	117	117	117	121	123	125	125	126
	2	43.2	42.0	40.0	31.8	26.9	24.8	23.4	18.7	111	111	111	116	118	120	121	122
	3	42.3	41.5	39.7	31.5	25.7	22.4	21.0	19.8	119	119	119	123	127	129	129	129
P _{1.5}	1	43.0	41.1	38.7	25.8	23.0	20.1	16.5	13.8	134	134	134	135	136	138	138	139
	2	38.0	37.1	33.9	22.3	16.7	15.0	11.1	10.2	131	131	131	134	134	134	137	139
P ₁	1	25.8	34.1	31.1	23.2	20.2	16.8	14.3	12.3	137	138	138	140	142	143	145	144
	2	35.6	33.9	31.9	22.7	19.4	15.9	13.5	12.9	153	153	153	158	161	164	164	162
	3	27.2	25.5	24.1	15.1	11.5	9.5	8.4	8.6	149	149	149	153	155	157	158	157
	4	35.0	33.9	31.4	21.1	17.5	14.5	11.6	10.2	149	149	149	153	156	157	157	157

表 6-1-2 壁平行移動時の測定土圧

(単位 g/cm^2)

	壁底より95cm(地表より15cm)の土圧								壁底より60cm(地表より50cm)の土圧							
	壁移動量(1/100mm)								壁移動量(1/100mm)							
実験番号	0	5	10	100	200	300	400	500	0	5	10	100	200	300	400	500
$P_0 \circ 1$	88	7.0	7.0	6.0	4.2	4.2	4.2	4.2	17.5	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	17.5
2	0	0	0	0	0	0	0	0	29.7	27.9	26.0	22.3	26.0	29.7	33.4	35.3
3	14	14	0.7	0	0	0	0	0	17.3	17.3	15.1	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3
$P_{1.5} \circ 1$	11.0	10.5	10.0	7.5	7.1	7.0	7.1	8.1	15.0	14.5	14.1	15.4	17.2	19.2	21.2	24.7
2	7.5	7.2	6.6	4.8	4.3	3.8	3.6	3.8	22.0	21.0	20.5	20.3	22.4	24.7	27.4	30.9
3	9.5	8.9	8.4	4.6	3.4	2.6	2.9	3.2	16.3	15.9	14.5	13.3	14.3	15.7	17.6	19.5
$P_1 \circ 1$	12.0	10.9	10.3	8.6	8.5	8.4	8.5	8.2	10.0	9.6	9.2	10.8	12.4	11.2	14.4	14.4
2	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	20.3	19.6	18.5	20.8	22.5	23.1	25.3	25.3
	壁底より20cm(地表より90cm)の土圧								壁底(移動壁より30cm)の土圧							
	壁移動量(1/100mm)								壁移動量(1/100mm)							
実験番号	0	5	10	100	200	300	400	500	0	5	10	100	200	300	400	500
$P_0 \circ 1$	33.3	29.7	26.2	19.2	15.7	15.7	14.0	17.4	11.8	11.8	11.8	12.7	13.8	14.8	15.4	15.7
2	9.8	9.8	9.8	8.5	6.5	5.2	3.3	3.3	10.5	10.5	10.5	14.1	14.8	15.3	15.1	15.2
3	10.1	10.1	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	21.7	21.7	21.7	22.5	23.2	23.4	23.4	23.2
$P_{1.5} \circ 1$	17.0	15.4	15.2	14.6	10.3	9.1	9.1	8.5	20.4	20.4	21.2	22.2	22.4	22.8	22.9	23.2
2	37.5	35.7	33.4	25.8	22.8	25.8	27.1	30.4	17.3	17.3	17.3	17.3	17.4	17.5	17.5	18.2
3	16.5	15.2	13.2	4.8	3.5	2.0	0.7	0.7	12.4	12.4	12.2	12.1	12.1	12.4	12.6	12.8
$P_1 \circ 1$	45.0	43.5	42.0	41.1	35.6	29.2	23.2	21.7	20.4	20.4	20.4	21.4	21.6	22.1	22.1	22.2
2	43.6	42.1	40.1	36.1	30.7	26.8	28.3	32.0	11.0	11.0	11.0	11.2	11.7	12.3	12.3	12.3

表 6-1-3 壁回転移動時の測定土圧

(単位 g/cm^2)

	壁底より95cm(地表面より15cm)の土圧								壁底より70cm(地表面より40cm)の土圧							
	壁移動量(1/100mm)								壁移動量(1/100mm)							
実験番号	0	5	10	100	200	300	400	500	0	5	10	100	200	300	400	500
R ₀ 1	122	104	104	102	95	91	81	81	315	303	271	234	220	206	194	186
2	100	94	90	84	81	76	72	72	230	202	194	186	183	164	161	157
3	105	100	100	93	88	82	80	74	212	202	197	171	154	150	145	142
4	122	106	104	92	88	86	81	79	269	228	208	172	164	152	137	129
5	130	117	117	113	113	103	100	96	229	210	203	190	182	177	174	174
6	130	110	108	97	93	93	93	85	225	208	202	188	182	169	169	156
7	145	103	99	89	84	82	77	77	292	258	240	210	204	198	187	185
8	112	91	93	85	80	76	76	73	217	192	182	174	164	160	157	154
9	101	87	88	89	84	82	82	80	190	162	158	155	147	147	144	135
10	120	106	105	92	92	88	87	84	261	252	255	224	215	197	189	191
	壁底より40cm(地表面より70cm)の土圧								壁底より10cm(地表面より100cm)の土圧							
	壁移動量(1/100mm)								壁移動量(1/100mm)							
実験番号	0	5	10	100	200	300	400	500	0	5	10	100	200	300	400	500
R ₀ 1	515	507	486	395	347	325	303	289	556	556	550	434	373	348	324	312
2	310	296	278	251	237	237	237	237	392	392	373	307	284	279	255	270
3	338	316	321	302	284	272	253	248	378	370	350	324	305	286	289	279
4	350	337	309	239	228	209	204	200	510	510	505	389	363	338	328	333
5	280	264	254	227	227	211	201	211	410	405	390	347	333	318	304	314
6	288	266	244	237	223	205	211	223	455	446	432	373	354	336	331	331
7	426	411	387	421	398	372	372	380	662	662	650	540	522	492	510	473
8	305	290	271	241	226	217	202	207	460	458	446	374	364	332	323	309
9	318	302	287	264	254	249	218	232	439	434	421	360	348	304	318	267
10	338	330	333	294	279	268	268	240	417	413	394	360	332	328	313	322

表 6-1-4 壁回転移動時の測定土圧

(単位 g/cm^2)

実験番号	壁底より95cm(地表面より15cm)の土圧								壁底より70cm(地表面より40cm)の土圧							
	壁移動量(1/100mm)								壁移動量(1/100mm)							
	0	5	10	100	200	300	400	500	0	5	10	100	200	300	400	500
R _{1s} 1	12.7	11.3	10.9	10.1	10.1	9.7	9.3	8.8	23.3	21.2	20.6	18.2	17.4	16.9	17.0	17.2
2	11.7	12.4	12.2	11.2	10.8	10.3	10.4	10.2	20.2	17.9	17.9	16.9	15.8	15.5	15.3	15.8
3	10.7	9.3	9.3	9.1	8.8	8.5	8.2	8.7	24.2	21.3	20.2	19.6	19.3	17.9	17.5	16.8
4	10.4	9.6	9.3	9.3	9.1	9.2	9.1	9.1	22.5	21.2	21.2	19.5	19.5	18.5	18.2	17.1
5	12.3	9.2	9.1	8.2	7.9	7.6	7.4	7.4	23.8	20.9	20.1	18.9	18.2	16.9	16.9	17.1
6	12.7	8.9	8.7	8.8	8.3	8.1	7.6	7.6	25.6	21.3	19.4	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
実験番号	壁底より40cm(地表面より70cm)の土圧								壁底より10cm(地表面より100cm)の土圧							
	壁移動量(1/100mm)								壁移動量(1/100mm)							
	0	5	10	100	200	300	400	500	0	5	10	100	200	300	400	500
R _{1s} 1	35.1	33.8	32.0	28.3	28.0	28.2	27.7	25.6	49.7	49.2	48.2	42.4	42.4	42.2	40.5	39.0
2	30.5	29.1	28.5	26.7	25.5	26.1	25.5	23.8	41.0	40.8	39.2	36.6	35.1	31.5	31.3	38.5
3	32.5	30.6	29.6	28.1	26.1	27.1	25.6	25.6	48.7	48.5	47.0	44.5	42.5	40.5	40.1	37.5
4	32.7	30.8	29.9	27.3	26.1	25.8	24.9	24.2	45.1	44.6	42.4	37.6	34.6	33.8	30.6	31.4
5	35.1	33.4	30.9	27.0	25.3	23.8	24.7	23.8	44.2	44.0	42.7	34.0	33.5	31.5	32.0	27.7
6	35.6	33.8	31.5	27.5	28.0	27.0	26.4	25.2	47.7	47.3	46.4	37.8	32.9	33.7	30.4	32.8

表 6-1-5 壁回転移動時の測定土圧

(単位 g/cm^2)

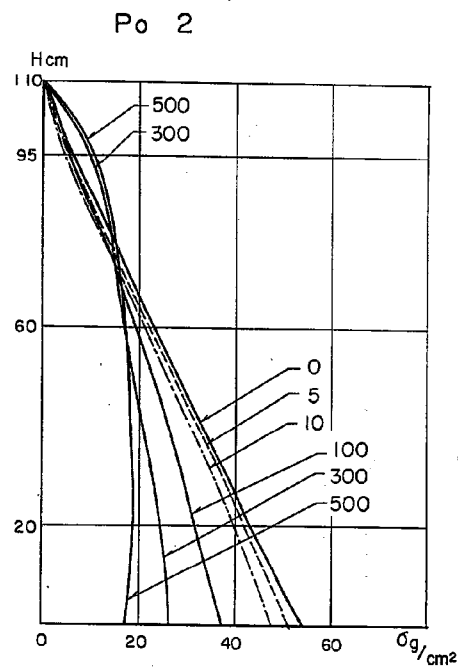
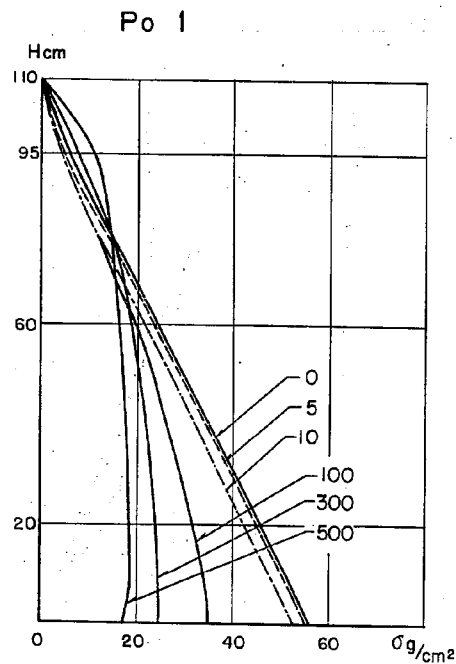
	壁底より95cm(地表面より15cm)の土圧								壁底より70cm(地表面より40cm)の土圧							
	壁移動量(1/100mm)								壁移動量(1/100mm)							
実験番号	0	5	10	100	200	300	400	500	0	5	10	100	200	300	400	500
R ₁ 1	12.6	10.8	10.8	10.2	10.4	9.5	9.2	8.8	20.4	21.1	21.1	20.6	18.5	18.8	17.5	17.2
2	13.0	9.8	9.1	7.4	6.7	6.2	6.2	5.8	26.4	23.3	22.1	19.3	18.6	18.7	17.5	17.1
3	10.0	7.3	7.2	6.9	7.2	6.2	6.0	6.4	20.5	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	17.6	16.9
4	12.3	9.1	8.9	9.0	9.1	9.1	8.8	8.2	21.0	21.1	21.3	21.0	20.8	21.0	19.7	19.5
5	12.8	8.6	8.6	8.4	7.8	7.7	7.6	7.4	24.0	19.7	17.7	16.3	15.4	15.2	14.0	14.3
6	11.2	8.9	8.9	8.3	8.2	8.5	8.5	8.2	20.7	18.9	18.9	17.6	17.1	16.6	16.8	17.3
7	12.0	9.2	9.2	8.7	8.1	8.1	8.1	7.6	24.5	21.5	20.7	18.9	18.3	17.2	16.2	17.2
	壁底より40cm(地表面より70cm)の土圧								壁底より10cm(地表面より100cm)の土圧							
	壁移動量(1/100mm)								壁移動量(1/100mm)							
実験番号	0	5	10	100	200	300	400	500	0	5	10	100	200	300	400	500
R ₁ 1	28.0	26.8	28.0	26.0	26.8	25.8	23.6	25.0	39.6	38.8	37.5	32.3	31.8	31.2	29.2	30.7
2	31.3	29.9	27.6	25.2	23.4	22.2	21.6	21.3	48.1	47.9	46.6	37.8	34.3	31.8	31.8	30.1
3	24.5	23.4	23.2	22.4	21.9	22.4	21.9	19.7	40.5	40.0	38.6	34.3	31.4	29.9	28.0	29.4
4	26.0	26.0	26.3	24.5	24.8	22.2	23.1	21.6	36.6	34.6	34.1	32.0	31.5	30.0	30.5	26.3
5	30.5	28.9	27.1	23.2	22.8	21.9	22.8	22.3	43.2	43.2	42.5	34.5	30.5	29.4	29.4	24.3
6	30.0	28.7	27.0	24.5	25.4	23.4	24.2	22.2	45.5	45.3	43.8	35.4	33.4	30.6	29.7	31.4
7	28.0	26.6	24.7	21.8	21.4	20.9	20.7	21.4	50.5	50.5	49.6	39.4	35.0	31.9	32.3	33.2

表 6-1-6 壁回転移動時の測定土圧

(単位 g/cm^2)

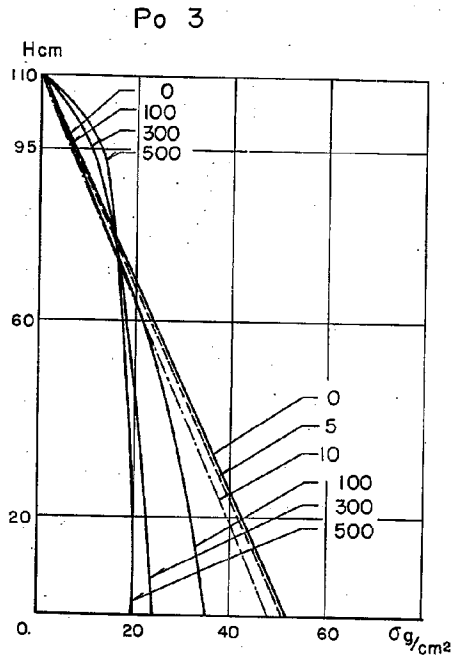
実験番号	壁底 (移動壁より 30 cm) の土圧							
	壁移動量 (1/100mm)							
	0	5	10	100	200	300	400	500
R ₀ 1	161.0	162.0	162.8	162.8	162.8	163.8	164.8	164.8
2	161.0	162.0	162.0	160.0	159.3	159.0	159.0	161.0
3	150.3	151.2	151.2	148.0	148.0	149.5	149.5	149.5
4	150.0	150.0	150.0	147.3	147.3	147.3	148.0	149.0
5	159.0	159.0	159.0	156.0	156.0	156.0	156.5	159.0
6	151.0	151.0	151.0	151.0	147.0	147.0	147.0	149.0
7	165.0	165.0	160.0	159.0	159.0	159.0	159.0	159.0
8	150.4	152.2	152.2	150.5	150.5	149.5	151.5	151.5
9	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
10	150.5	150.5	150.5	150.5	149.8	149.8	151.2	151.2
R ₁ 1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	149.0	150.0	149.0
3	177.0	177.0	178.0	175.0	174.0	174.0	174.0	175.0
4	161.0	161.0	161.0	159.0	157.0	157.0	158.0	158.0
5	153.0	153.7	153.7	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
6	167.0	169.0	169.0	167.0	164.0	163.5	162.2	161.5
R ₂ 1	174.0	174.0	174.0	172.0	172.0	170.8	172.0	172.0
2	196.5	197.5	198.0	196.5	195.5	194.5	194.5	194.5
3	161.8	163.0	163.0	157.5	154.6	153.5	152.7	152.7
4	169.0	169.0	169.0	168.0	169.0	169.0	171.0	171.0
5	173.0	175.0	175.0	171.2	169.5	167.7	169.5	169.5
6	166.0	166.0	166.0	162.0	160.0	158.0	158.0	160.0
7	158.0	159.0	159.0	155.0	155.0	155.0	155.0	155.0

図 6-2-1 土圧計の測定値より求めた
平行移動壁に作用する土圧分布



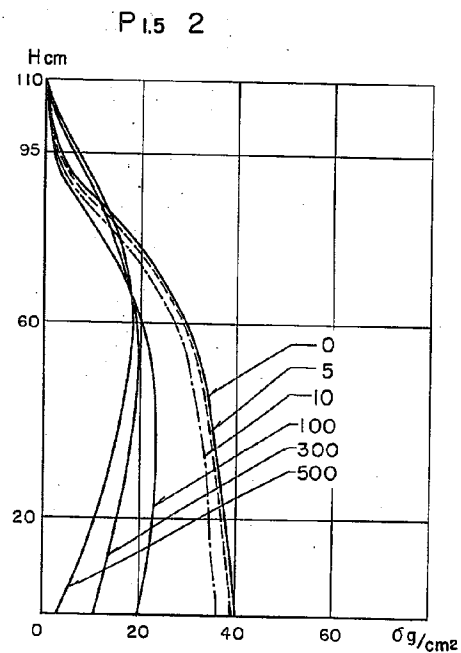
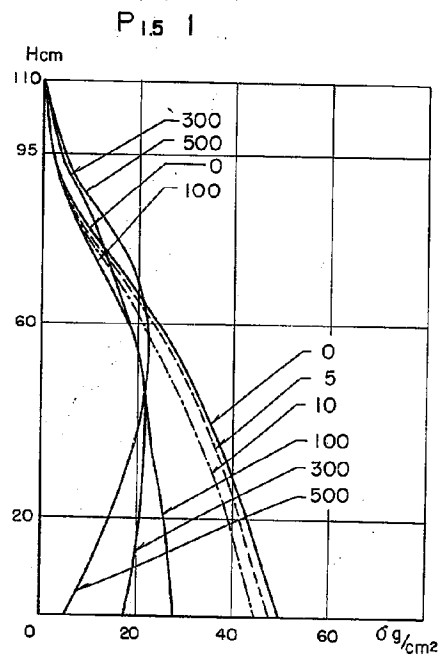
数字は $\frac{1}{100}$ mm 単位の壁平行移動量を示す

図 6-2-2 土圧計の測定値より求めた
平行移動壁に作用する土圧分布



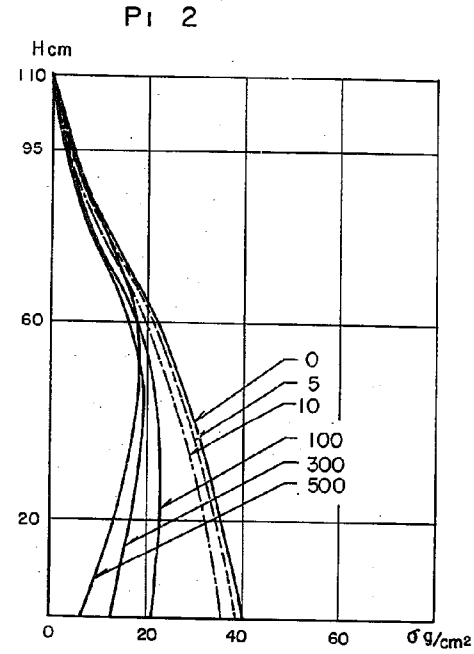
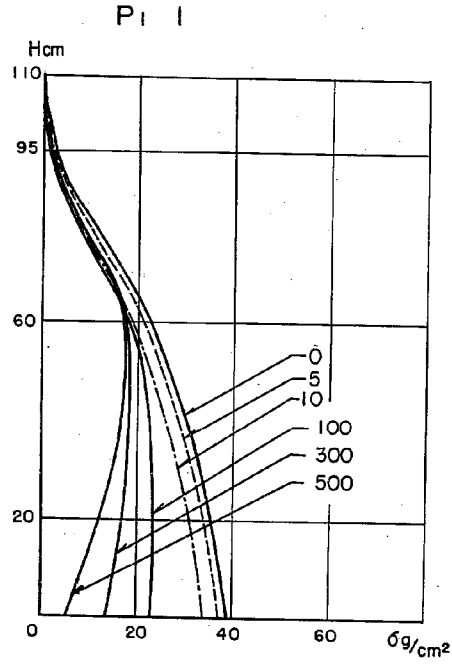
数字は $\frac{1}{100}$ mm 単位の壁平行移動量を示す

図 6-2-3 土圧計の測定値よりもとめた
平行移動壁に作用する土圧分布



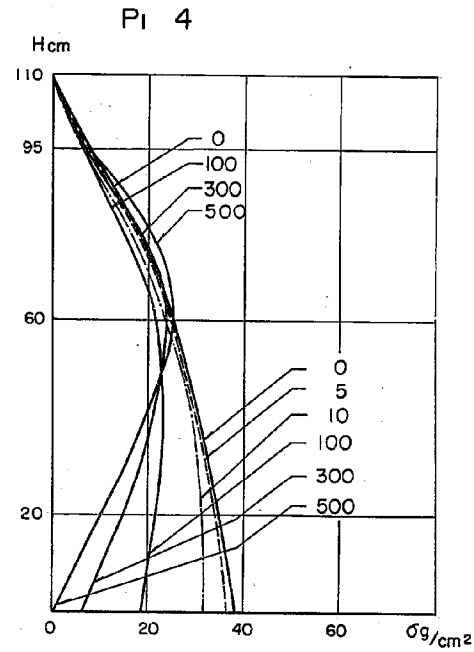
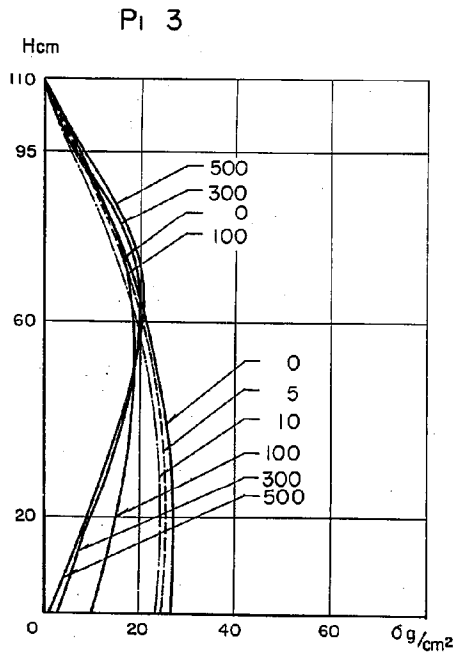
数字は $\frac{1}{100}$ mm 単位の壁平行移動量を示す

図 6-2-4 土圧計の測定値より求めた
平行移動壁に作用する土圧分布



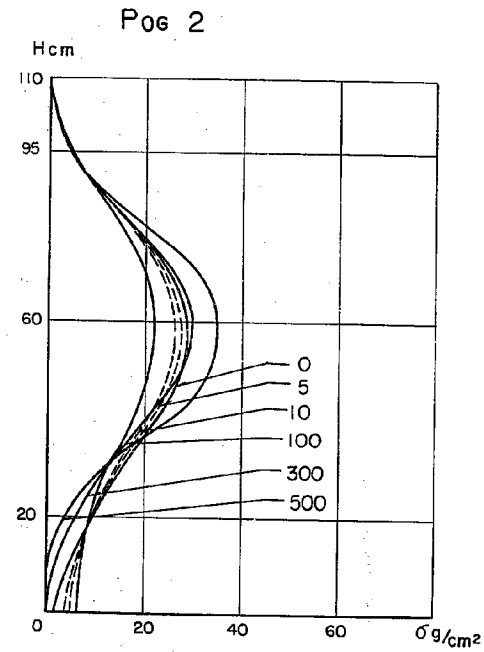
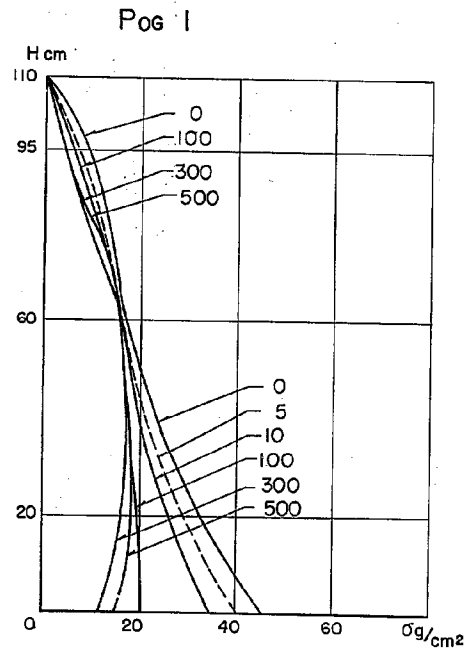
数字は $\frac{1}{100}$ mm 単位の壁平行移動量を示す

図 6-2-5 土圧計の測定値より求めた
平行移動壁に作用する土圧分布



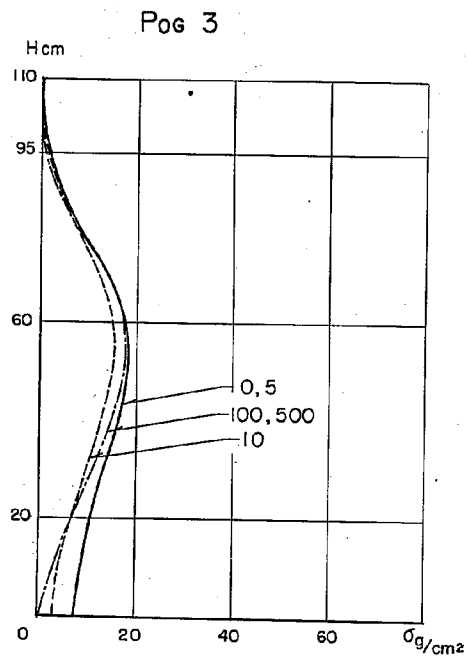
数字は $\frac{1}{100}$ mm 単位の壁平行移動量を示す

図 6-2-6 土圧計の測定値より求めた
平行移動壁に作用する土圧分布



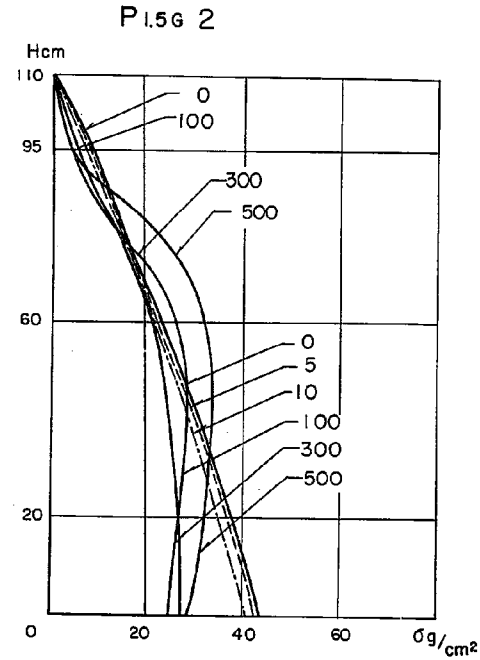
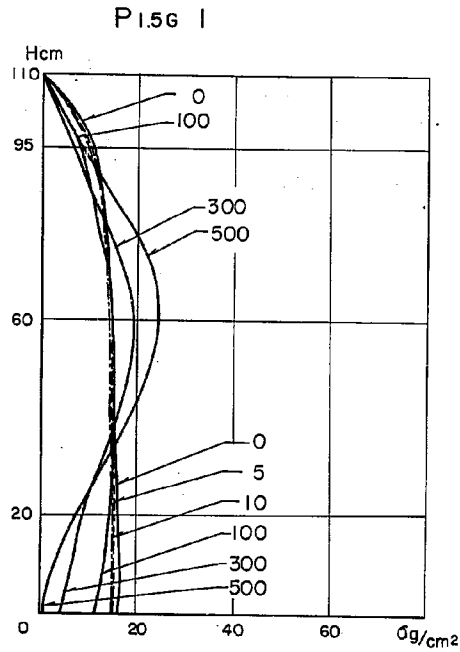
数字は $\frac{1}{100}$ mm 単位の壁平行移動量を示す

図 6-2-7 土圧計の測定値よりもとめた
平行移動壁に作用する土圧分布



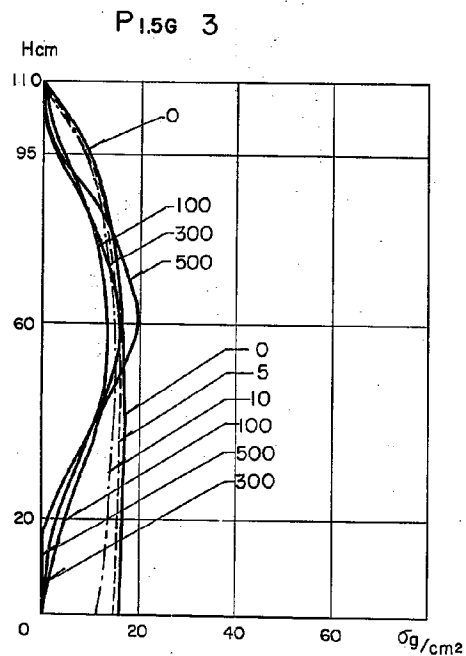
数字は $\frac{1}{100}$ mm 単位の壁平行移動量を示す

図 6-2-8 土圧計の測定値より求めた
平行移動壁に作用する土圧分布



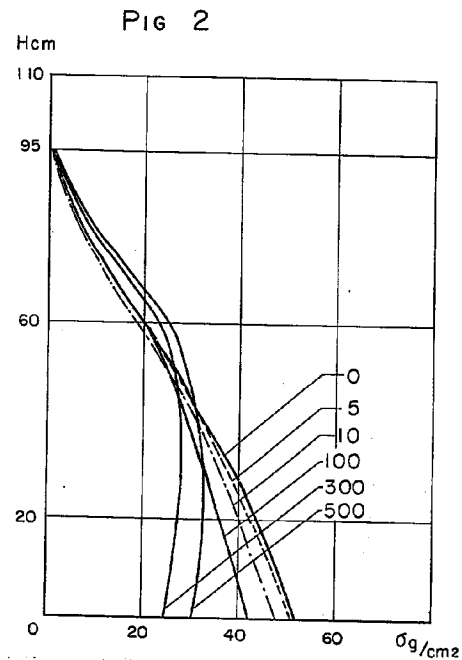
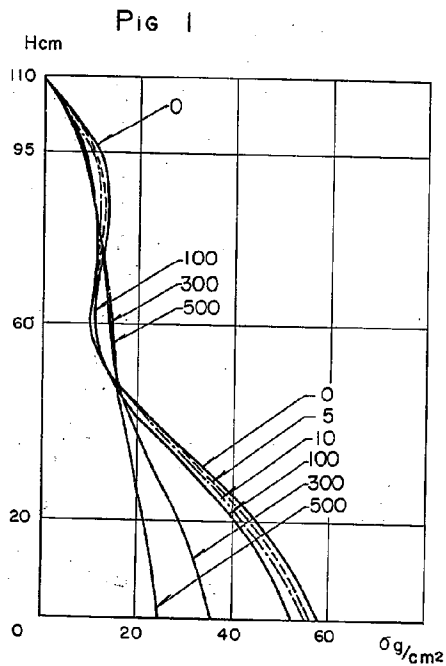
数字は $\frac{1}{100}$ mm 単位の壁平行移動量を示す

図 6-2-9 土圧計の測定値よりもとめた
平行移動壁に作用する土圧分布



数字は $\frac{1}{100}$ mm 単位の壁平行移動量を示す

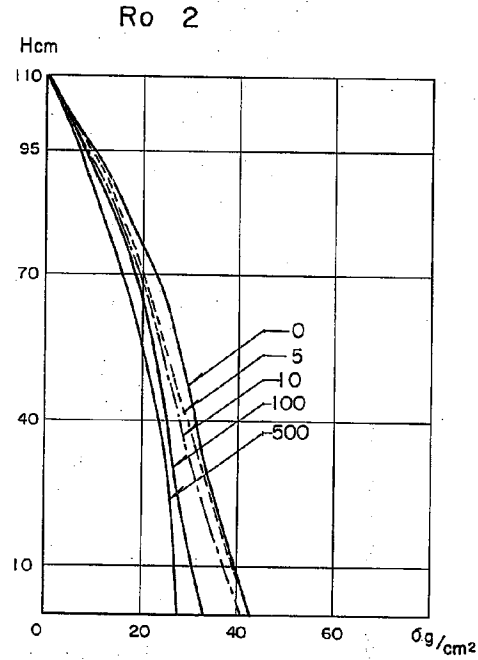
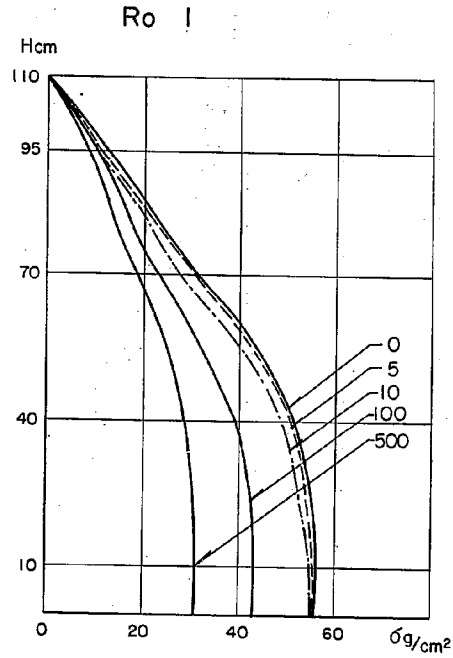
図 6-2-10 土圧計の測定値より求めた
平行移動壁に作用する土圧分布



数字は $\frac{1}{100}$ mm 単位の壁平行移動量を示す

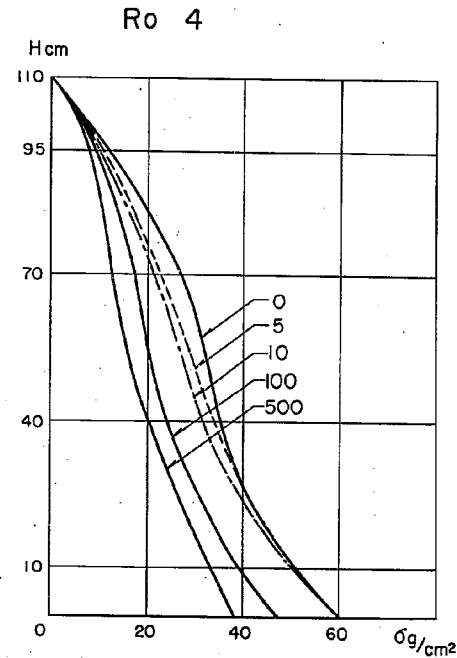
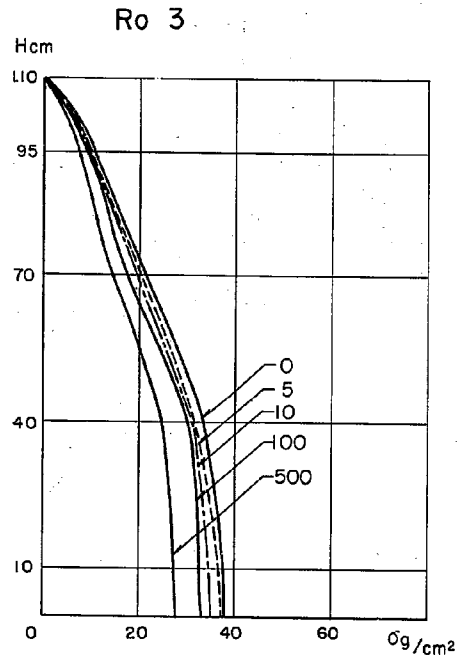
図 6-2-11

土圧計の測定値より求めた
回転移動壁に作用する土圧分布



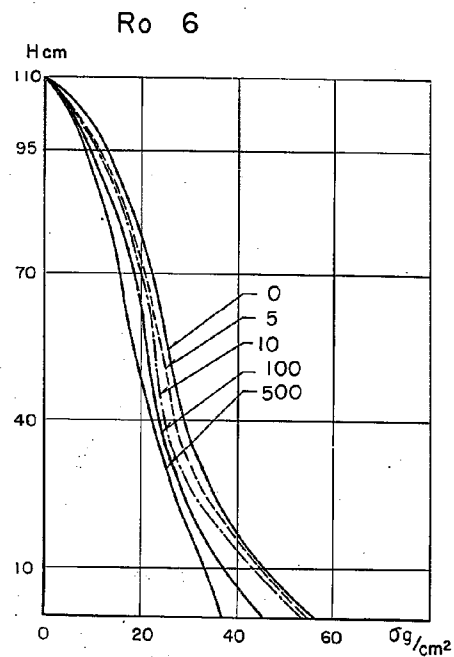
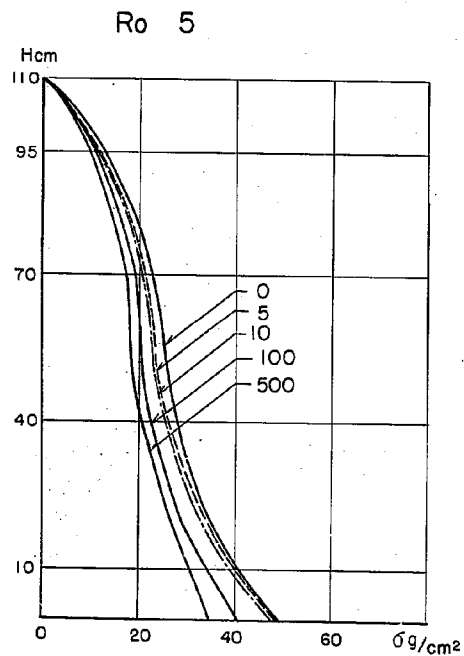
数字は壁頂より 5 cm 下 (回転中心より 105 cm) の点の水平方向の変位を $\frac{1}{100}$ mm 単位で示す

図 6-2-12 土圧計の測定値よりもとめた
回転移動壁に作用する土圧分布



数字は壁頂より 5 cm 下 (回転中心より 105 cm) の点の水平方向の変位を $\frac{1}{100}$ mm 単位で示す。

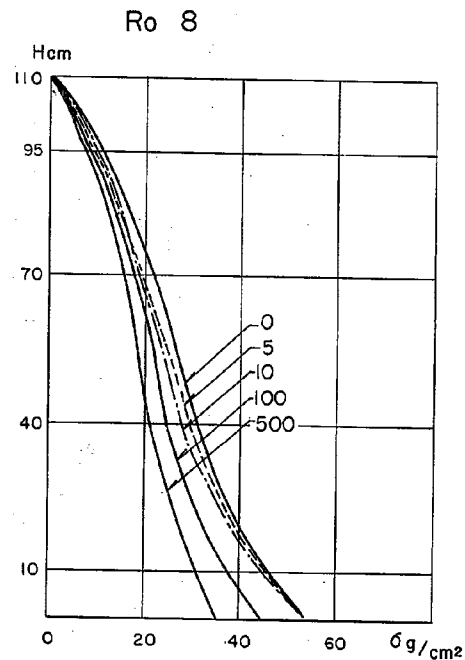
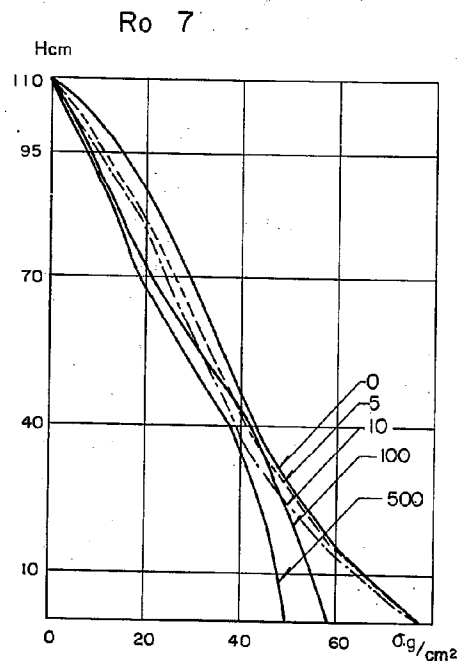
図 6-2-13 土圧計の測定値より求めた
回転移動壁に作用する土圧分布



数字は壁頂より 5 cm 下 (回転中心より 105 cm) の点の水平方向の変位を $\frac{1}{100}$ mm 単位で示す

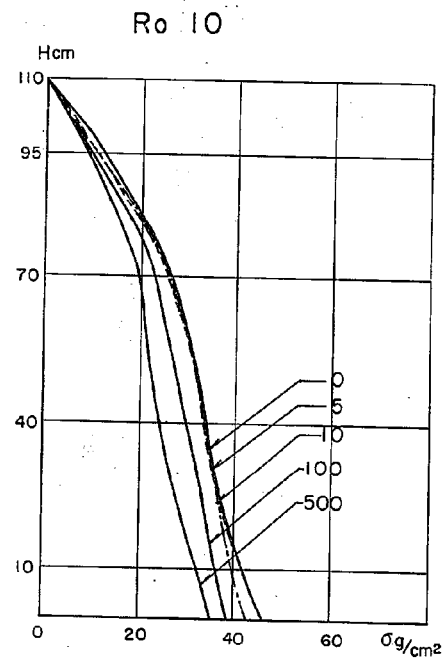
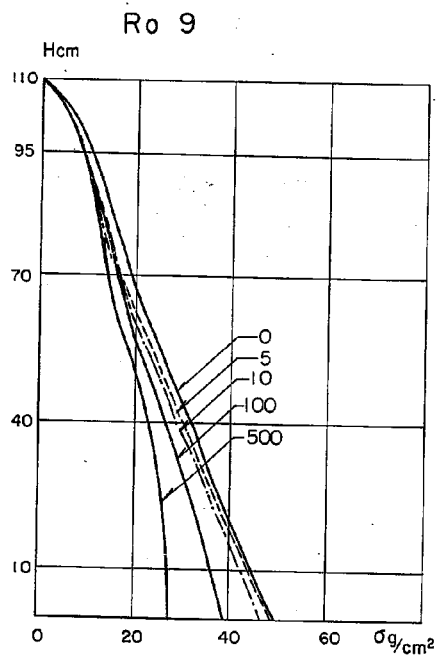
図 6-2-14

土圧計の測定値よりもとめた
回転移動壁に作用する土圧分布



数字は壁頂より 5 cm 下 (回転中心より 105 cm) の点の水平方向の変位を $\frac{1}{100}$ mm 単位で示す

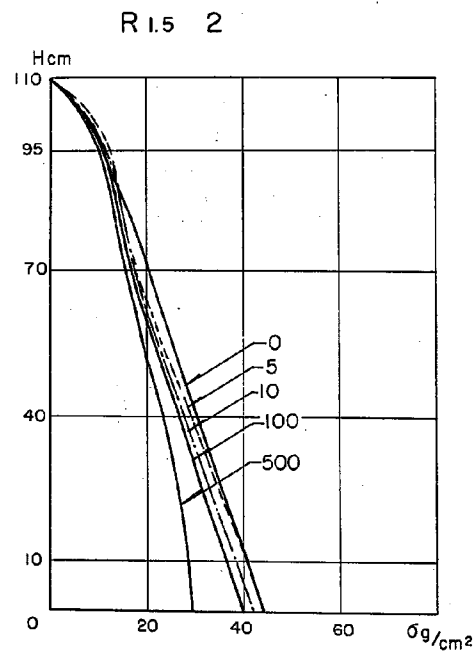
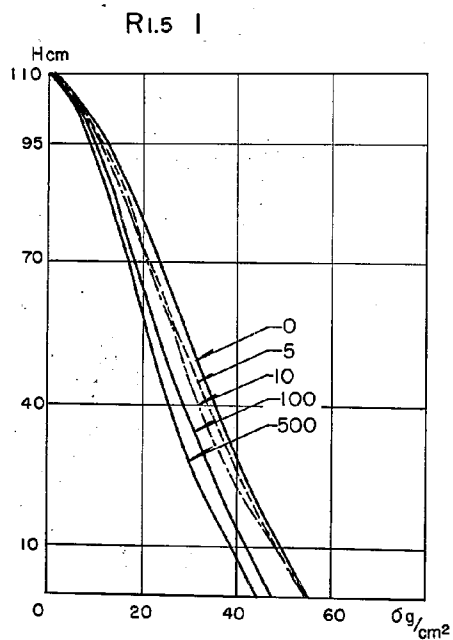
図 6-2-15 土圧計の測定値よりもとめた
回転移動壁に作用する土圧分布



数字は壁頂より 5 cm 下 (回転中心より 105 cm) の点の水平方向の変位を $\frac{1}{100}$ mm 単位で示す

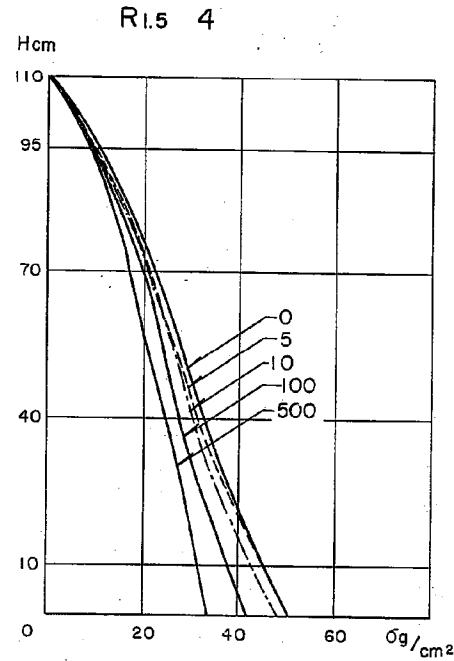
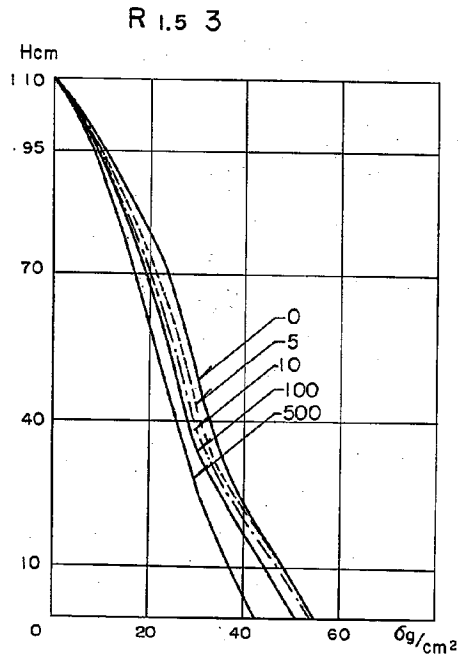
図 6-2-16

土圧計の測定値より求めた
回転移動壁に作用する土圧分布



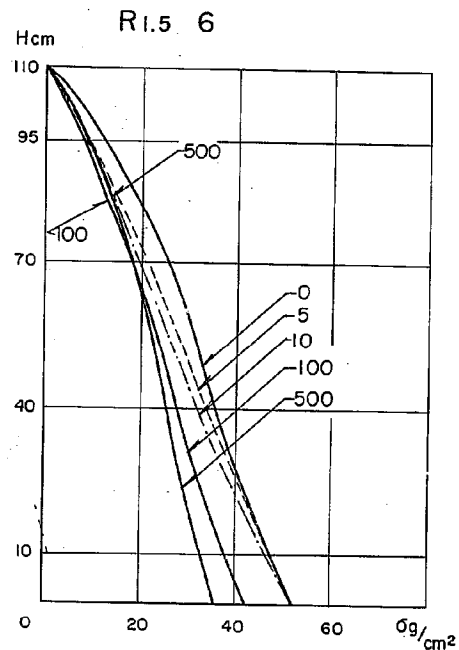
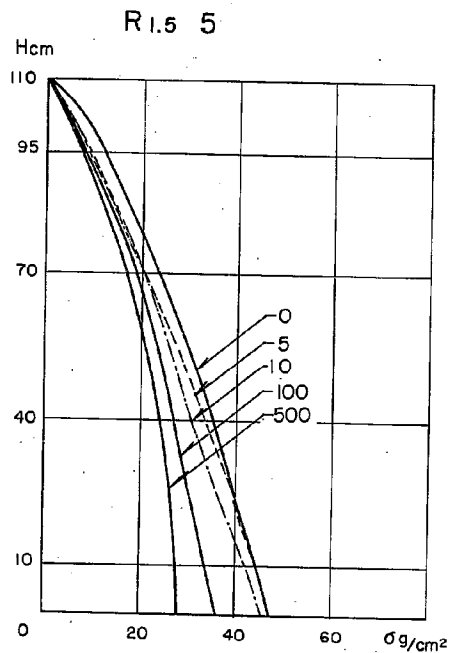
数字は壁頂より 5 cm 下 (回転中心より 105 cm) の点の水平方向の変位を $\frac{1}{100}$ mm 単位で示す

図 6-2-17 土圧計の測定値よりもとめた
回転移動壁に作用する土圧分布



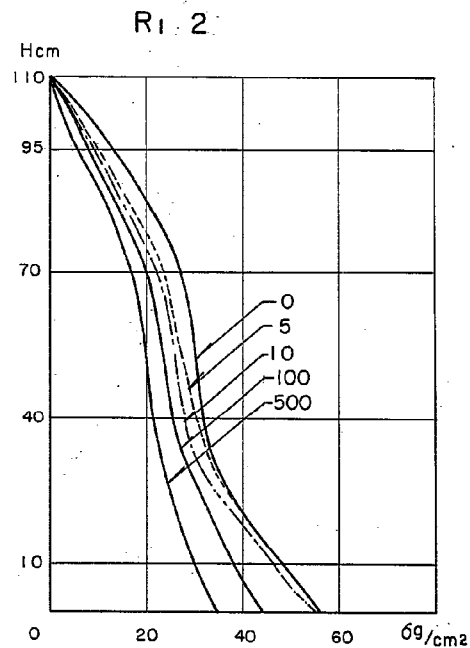
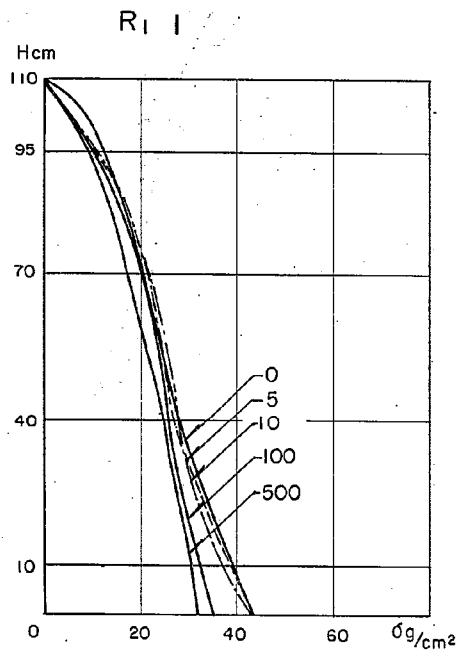
数字は壁頂より 5 cm 下 (回転中心より 105 cm) の点の水平方向の変位を $\frac{1}{100}$ mm 単位で示す

図 6-2-18 土圧計の測定値より求めた
回転移動壁に作用する土圧分布



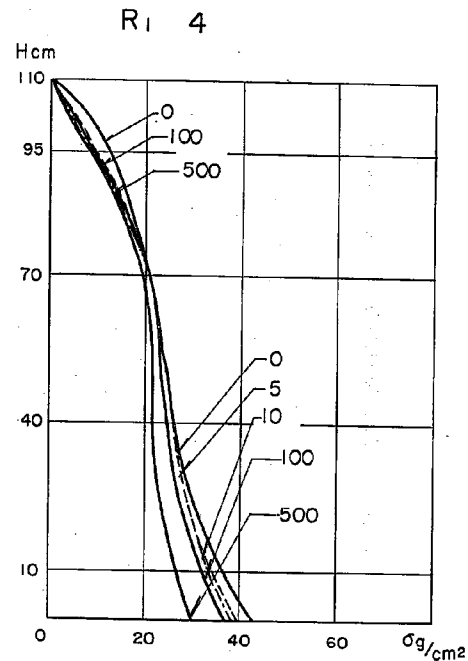
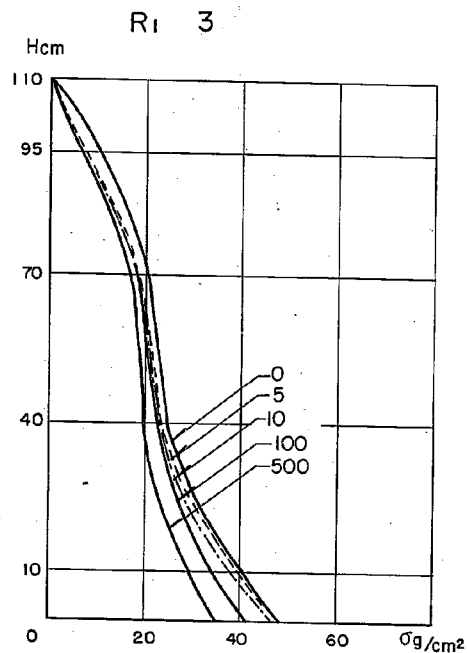
数字は壁頂より 5 cm 下 (回転中心より 105 cm) の点の水平方向の変位を $\frac{1}{100}$ mm 単位で示す

図 6-2-19 土圧計の測定値よりもとめた
回転移動壁に作用する土圧分布



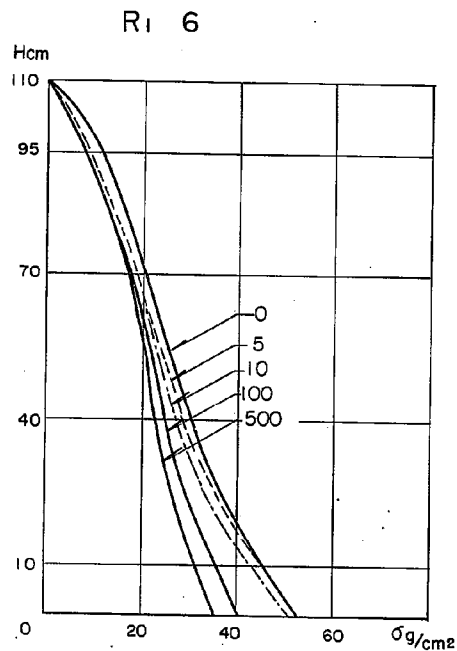
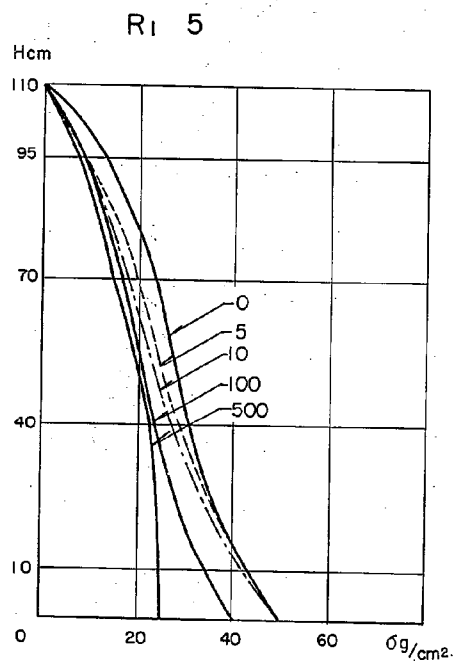
数字は壁頂より 5 cm 下 (回転中心より 105 cm) の点の水平方向の変位を $\frac{1}{100}$ mm 単位で示す

図 6-2-20 土圧計の測定値よりもとめた
回転移動壁に作用する土圧分布



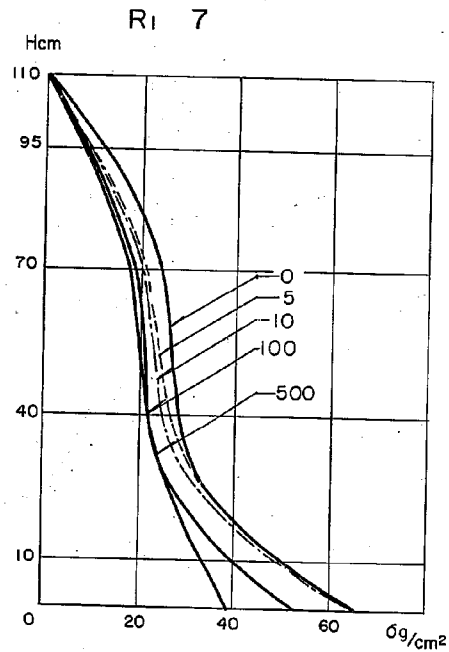
数字は壁頂より 5 cm 下 (回転中心より 105 cm) の点の水平方向の変位を $\frac{1}{100}$ mm 単位で示す

図 6-2-21 土圧計の測定値よりもとめた
 回転移動壁に作用する土圧分布



数字は壁頂より 5 cm 下 (回転中心より 105 cm) の点の水平方向の変位を $\frac{1}{100}$ mm 単位で示す

図 6-2-22 土圧計の測定値より求めた
回転移動壁に作用する土圧分布



数字は壁頂より 5 cm 下 (回転中心より 105 cm)
の水平方向の変位を $\frac{1}{100}$ mm 単位で示す

5. 図6-2-1から図6-2-2に示した土圧分布から計算した移動壁に作用する全土圧を、表6-2-1に示す。又ブルーピングリングの測定値を表6-2-2に示す。

壁が平行移動する時に、土圧分布よりもとめた壁全体に作用する土圧と、ブルーピングリングの測定値の相関性を図6-3-1と図6-3-2に示す。条件Pすなわち裏込めが砂のみの時には、土圧計より求めた土圧とブルーピングリングの測定値とは直線回帰をなし、この関係式の $\pm 15\%$ の範囲内にほとんどの測定値は位置する。

しかし条件Pg、すなわち裏込めに碎石層がある場合には、土圧分布より求めた、壁全体にかかる土圧と、ブルーピングリングの測定値との関係は求められない。すなわち、土圧計受圧板付近に碎石がある場合には、その土圧計は局部的な土圧のみを測定するので、その測定値を基にして、壁全体にかかる土圧を求めることはなかなか困難であることがわかる。

6. 図6-4-1と図6-4-2に壁移動による土圧の変化の状態を示す。

図6-4-1には、壁平行移動量とブルーピングリングより求めた土圧との関係を示すが、平行動量が3mm程度までは、土圧の減少は壁移動量の函数として表わされる。それ以上の移動に対しては、土圧はある一定値の付近で変動するものと思われる。移動量0mmの測定値を図の左端に示したが、これは静止土圧と見なすよりも、壁移動量 $\frac{1}{100} \sim \frac{2}{100}$ mmの測定値であると考えるほうが合理的である。

図6-4-2には、土圧分布より求めた壁に作用する全土圧と、壁移動量の関係を示した。壁を平行移動させた場合裏込めが砂のみの時には、土圧の減少が壁移動量の指数函数として表わされるが、裏込めが碎石の時には、測定値のバラッキが多くてはっきりとは表わせない。

回転移動の場合は、壁頂より5cm下(回転中心から105cm)の点の水平変位と、土圧分布より求めた土圧の減少の関係を示したものであるが、これも土圧減少が壁移動量の指数函数として表わされることがわかる。

7. 壁移動量0mmの測定土圧を1として、壁移動時に測定したそれぞれの土圧の割合を表6-3-1に示す。壁移動量が5mmの時には、移動前の土圧

に比較して、条件Pでは50～60%、条件Pcでは40～50%条件Rでは、約70%に減少することがわかる。

8. 裏込めに入れた傾斜板が、移動壁に作用する土圧に与える影響を求めるために、裏込めに傾斜板を入れない場合の土圧を1として傾斜板を入れた場合の土圧の割合を表6-4-1に示す。

土圧分布より求めた土圧を比較すれば

条件Pでは、傾斜板の勾配が1:1.5の場合には、傾斜板の無い場合の土圧の80%勾配が1:1の場合には75%程度となる。

条件Rでは、勾配が1:1.5の場合には、傾斜板の無い場合とほとんどかわらず勾配が1:1の場合には、90%程度となる。

ブルーピングリングで求めた土圧を比較すれば

条件Pでは、勾配が1:1.5の場合には、傾斜板の無い場合とほとんど変わらず、勾配が1:1の場合には、90%程度となる。

条件Pcでは、傾斜板の勾配が1:1.5の場合には70%、勾配が1:1の場合には、90%程度となる。

9. 各土圧測定値を比較するために、土圧係数 K ($K = P / \frac{1}{2} r Z^2$) を求めて表6-5-1と表6-5-2に示す。

壁移動量 $\frac{1}{1000}$ mmの土圧を静止土圧と仮定すると、静止土圧係数の推定値は0.4となる。壁移動量5mm付近の土圧係数は、条件Pでは、0.15～0.22、条件Rでは0.23～0.28に減少する。

10. 表6-6-1に、移動壁に作用する土圧の重心位置の変化を示す。これを図示したものが図6-5-1である。

壁が平行移動する場合、移動前の重心位置は、壁底から壁高の $\frac{1}{3}$ 上の地点付近であるが、壁移動量に正比例して重心位置は上昇し、壁高の $\frac{1}{2}$ の地点に近づく。回転移動の場合は、重心位置はほとんど変化せず、壁高の $\frac{1}{3}$ 点よりも少し上(壁高の36%)にある。

11. 表6-7-1に移動壁に作用する土圧による転倒モーメントの変化を示す。これを図示したものが図6-6-1である。

壁平行移動量が5mm、回転壁の場合は壁頂付近の水平変位が5mm程度に

なれば、転倒モーメントは、壁移動前の転倒モーメントの70%程度まで減少する。

12. 表6-1-1, 表6-1-2, 表6-1-6と図6-7-1に, 移動壁から30cm離れた砂槽の底に作用する土圧が壁移動によって, どのように変化したかを示した。

測定値にはかなりのバラッキがあったが, 次の傾向が認められる。

壁が平行移動すると, 底にかかる土圧は増加する。

壁が回転移動すると, 底にかかる土圧はほとんど変化しないか, 又はわずかに減少する。

裏込めに入れた傾斜板の勾配が増加すれば, 底にかかる土圧は増大する。

傾斜板の無い場合の土圧を基準にすれば, 次の割合で土圧は増大している。

$$P_{1.5}/P_0 \div 1.1 \qquad P_1/P_0 \div 1.24$$

$$P_{1.5}/R_0 \div 1.04 \qquad R_1/R_0 \div 1.1$$

表 6-2-1 土圧計により測定した全土圧

(単位 Kg/cm)

実験番号		壁移動量(1/100mm)						実験番号		壁移動量(1/100mm)					
		0	5	10	100	300	500			0	5	10	100	500	
P ₀	1	300	286	274	214	195	168	R ₀	1	402	398	393	314	225	
	2	286	276	260	220	197	175		2	267	258	246	228	199	
	3	293	281	268	230	192	185		3	265	255	250	235	193	
									4	353	330	313	255	210	
P _{1.5}	1	280	270	248	181	162	155		5	256	240	236	218	206	
	2	284	276	254	169	145	128		6	276	265	255	232	213	
									7	430	405	390	365	320	
P ₁	1	242	228	205	168	142	115		8	315	290	285	253	213	
	2	243	233	214	164	135	131		9	278	268	260	231	196	
	3	215	199	184	146	140	137		10	320	315	305	273	235	
	4	268	257	241	190	165	164	R _{1.5}	1	325	305	295	260	236	
									2	285	279	268	253	215	
P ₀ G	1	230	205	185	163	145	155		3	308	295	287	272	235	
	2	160	155	150	130	155	180		4	299	288	282	251	218	
	3	105	105	086	090	090	090		5	309	294	272	231	207	
									6	330	299	280	246	221	
P _{1.5} G	1	150	144	140	132	125	149	R ₁	1	275	271	267	244	222	
	2	258	249	233	193	207	255		2	315	292	273	255	195	
	3	157	150	130	083	085	090		3	239	225	219	205	182	
									4	257	248	245	232	202	
P ₁ G	1	259	250	248	243	191	167		5	295	279	257	220	185	
	2	264	258	249	239	197	235		6	294	272	260	235	206	
									7	305	281	272	239	211	

表 6-2-2 プルーピングリングにより測定した全土圧

(単位 kg/cm)

(単位: $\frac{\text{mm}}{100}$)

実験番号	壁 移 動 量 ($1/100\text{mm}$)								
	0	5	10	100	200	300	400	500	
P_0	1	2.54	2.25	2.09	1.67	1.54	1.45	1.43	1.35
	2	2.44	2.14	1.99	1.64	1.48	1.43	1.38	1.38
	3	2.49	2.20	2.04	1.70	1.54	1.48	1.40	1.40
$P_{1.5}$	1	2.51	2.25	2.04	1.67	1.43	1.40	1.45	1.51
	2	2.46	2.20	2.01	1.67	1.59	1.51	1.48	1.54
P_1	1	2.28	1.99	1.83	1.48	1.35	1.32	1.32	1.38
	2	2.36	2.09	1.93	1.59	1.45	1.35	1.35	1.38
	3	2.33	2.07	1.91	1.59	1.45	1.38	1.40	1.45
	4	2.44	2.14	1.93	1.62	1.43	1.40	1.40	1.43
P_0G	1	2.38	2.12	1.93	1.40	1.19	1.14	1.14	1.19
	2	2.46	2.14	2.01	1.48	1.27	1.19	1.22	1.19
	3	2.57	2.25	2.01	1.38	1.24	1.14	1.01	1.06
$P_{1.5}G$	1	2.04	1.77	1.56	1.03	0.87	0.87	0.87	0.93
	2	2.04	1.80	1.62	0.98	0.95	0.87	0.87	1.06
	3	2.09	1.80	1.72	0.98	0.82	0.71	0.77	0.87
P_1G	1	2.17	1.83	1.67	1.22	1.06	1.03	1.01	1.03
	2	2.14	1.88	1.72	1.19	1.08	1.03	1.03	1.01

図 6-3-1

壁全体について、土圧計より求めた土圧と
リング計より求めた土圧の相関性

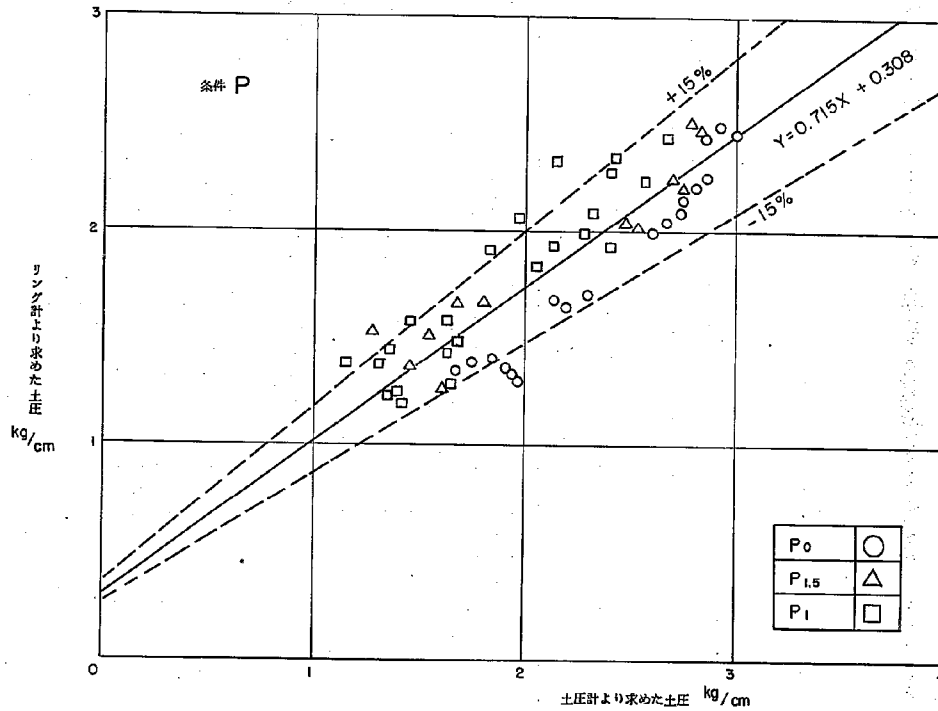


図 6-3-2

壁全体について、土圧計より求めた土圧と
リング計より求めた土圧の相関性

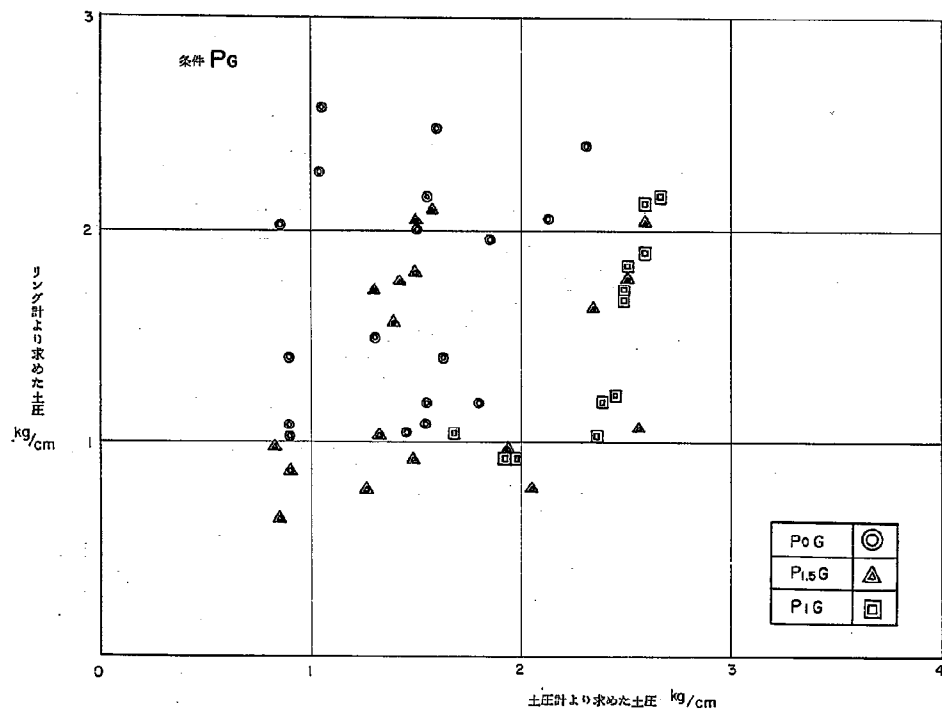


図 6-4-1 壁平行移動による土圧の変化

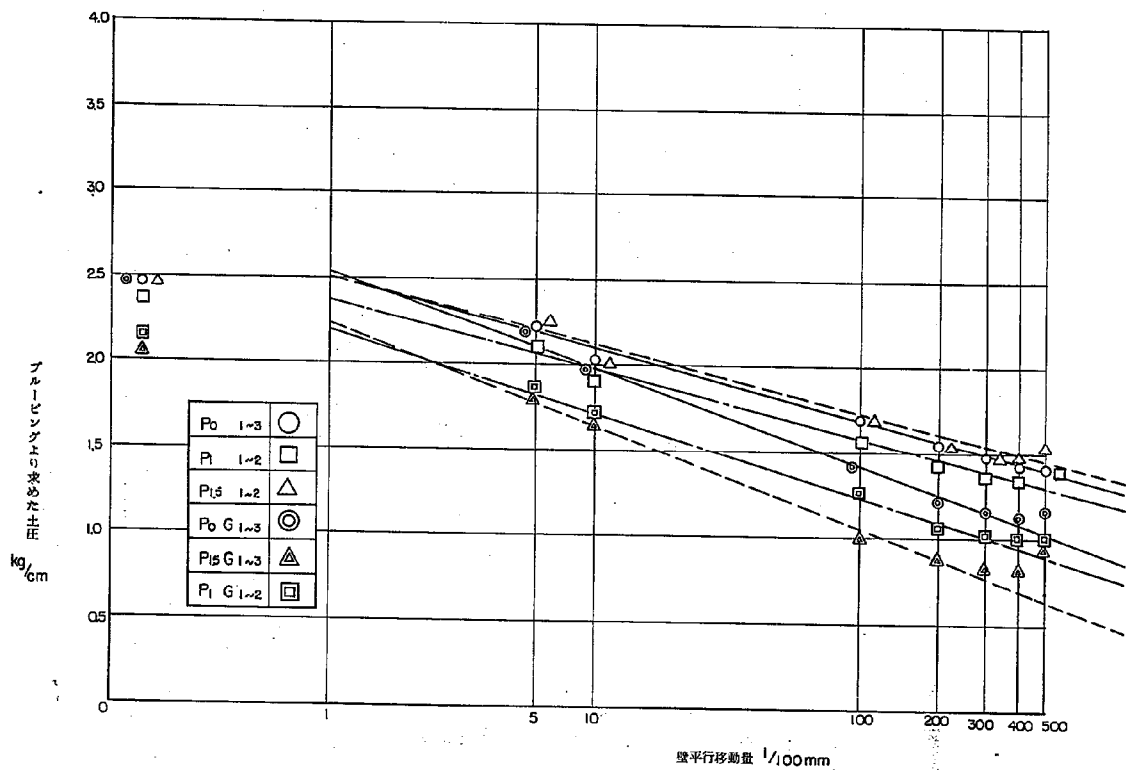


図 6-4-2 壁移動による土圧の変化

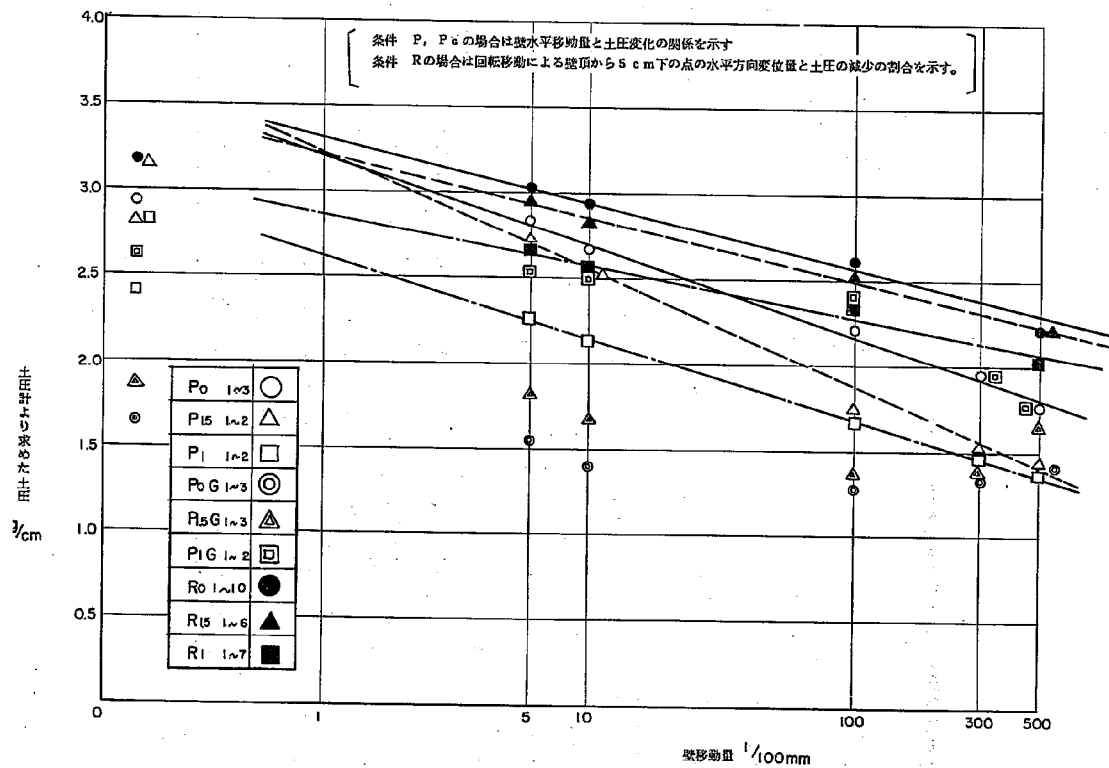


表-6-3-1 壁移動による土圧の減少の割合

実験 条件	壁 移 動 量 (1/100 mm)							
	0	5	10	100	200	300	400	500
土圧計による測定の場合								
P ₀	1.000	0.959	0.911	0.754		0.665		0.601
P _{1.5}	1.000	0.968	0.890	0.621		0.546		0.504
P ₁	1.000	0.946	0.872	0.690		0.603		0.566
P ₀ G	1.000	0.939	0.848	0.770		0.830		0.861
P _{1.5} G	1.000	0.963	0.894	0.723		0.739		0.878
P ₁₀	1.000	0.969	0.950	0.920		0.740		0.767
R ₀	1.000	0.950	0.921	0.818				0.695
R _{1.5}	1.000	0.943	0.901	0.803				0.710
R ₁	1.000	0.943	0.905	0.827				0.707
ブルーピングリングによる測定の場合								
P ₀	1.000	0.884	0.819	0.671	0.610	0.582	0.562	0.554
P _{1.5}	1.000	0.896	0.815	0.671	0.606	0.586	0.590	0.614
P ₁	1.000	0.881	0.809	0.668	0.604	0.579	0.583	0.600
P ₀ G	1.000	0.879	0.802	0.575	0.498	0.462	0.457	0.466
P _{1.5} G	1.000	0.869	0.796	0.485	0.427	0.389	0.404	0.463
P ₁ G	1.000	0.861	0.787	0.579	0.495	0.477	0.472	0.472

表 6-4-1 傾 斜 面 の 影 響

実 験	壁 移 動 量 (1/100mm)							
条 件	0	5	10	100	200	300	400	500
土圧計による測定の場合								
$P_{1.5}/P_0$	0.962	0.972	0.940	0.792		0.790		0.807
P_1/P_0	0.826	0.815	0.790	0.756		0.748		0.778
$R_{1.5}/R_0$	0.987	0.980	0.966	0.969				1.01
R_1/R_0	0.890	0.884	0.874	0.900				0.905
ブルーピングリングによる測定の場合								
$P_{1.5}/P_0$	1.000	1.014	0.995	1.000	0.993	1.007	1.050	1.109
P_1/P_0	0.944	1.014	0.931	0.940	0.934	0.938	0.978	1.022
$P_{1.5}/P_{0.0}$	0.834	0.825	0.828	0.704	0.715	0.707	0.741	0.826
$P_{1.0}/P_{0.0}$	0.874	0.857	0.859	0.880	0.870	0.888	0.911	0.887

表 6-5-1 土圧計により測定した土圧係数

実験番号	壁移動量 (1/100 mm)						実験 番号	壁移動量 (1/100 mm)				
	0	5	10	100	300	500		0	5	10	100	500
P ₀ 1	0359	0342	0323	0256	0233	0201	R ₀ 1	0480	0476	0470	0375	0269
2	0342	0330	0311	0263	0235	0209	2	0319	0308	0294	0272	0238
3	0350	0336	0320	0275	0230	0221	3	0317	0305	0299	0281	0231
							4	0422	0394	0374	0305	0251
P _{1.5} 1	0335	0323	0296	0215	0194	0185	5	0306	0287	0282	0261	0246
2	0339	0330	0304	0202	0173	0153	6	0330	0317	0305	0277	0255
							7	0514	0484	0466	0436	0382
P ₁ 1	0289	0272	0245	0201	0170	0137	8	0376	0347	0341	0302	0255
2	0290	0278	0256	0196	0161	0157	9	0332	0320	0311	0276	0234
3	0257	0238	0220	0170	0167	0164	10	0382	0376	0365	0326	0281
4	0320	0307	0288	0227	0197	0196	R _{1.5} 1	0388	0365	0353	0311	0282
							2	0341	0333	0320	0302	0257
P _{0-G} 1	0275	0245	0221	0195	0179	0185	3	0368	0353	0343	0325	0281
2	0191	0185	0179	0155	0185	0215	4	0357	0344	0337	0300	0261
3	0125	0125	0103	0108	0108	0108	5	0369	0351	0325	0276	0247
							6	0394	0357	0335	0294	0264
P _{1.5-G} 1	0179	0172	0167	0158	0149	0178	R ₁ 1	0329	0324	0319	0292	0265
2	0308	0298	0278	0231	0247	0305	2	0376	0349	0326	0305	0233
3	0188	0179	0155	0099	0102	0107	3	0286	0269	0262	0245	0218
							4	0307	0296	0293	0277	0241
P _{1-G} 1	0310	0299	0296	0290	0228	0200	5	0353	0333	0307	0263	0222
2	0316	0308	0298	0286	0235	0281	6	0351	0325	0311	0281	0246
							7	0365	0336	0325	0286	0252

表 6-5-2 ブルーピングリングにより測定した土圧係数

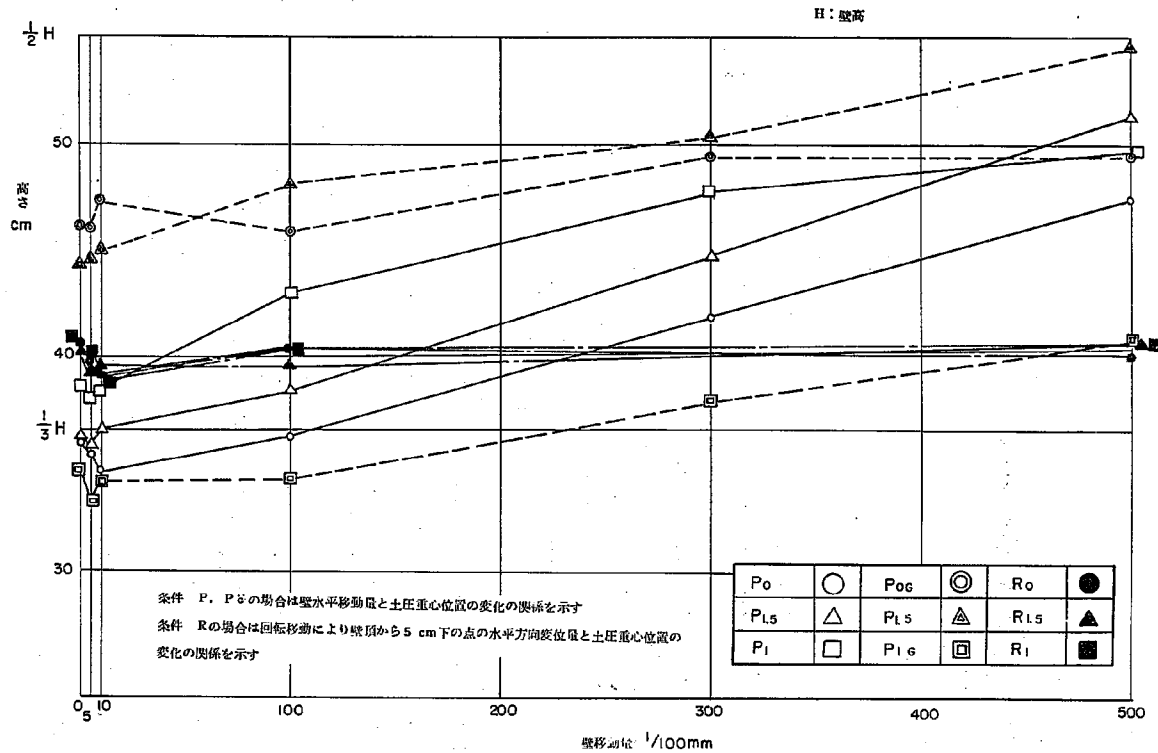
実験番号	壁 移 動 量 (1/100mm)							
	0	5	10	100	200	300	400	500
P ₀ 1	0.304	0.269	0.250	0.200	0.184	0.173	0.171	0.161
2	0.292	0.256	0.238	0.196	0.177	0.171	0.165	0.165
3	0.298	0.263	0.244	0.203	0.184	0.177	0.167	0.167
P _{1.5} 1	0.300	0.269	0.244	0.200	0.171	0.167	0.173	0.180
2	0.294	0.263	0.240	0.200	0.190	0.180	0.177	0.184
P ₁ 1	0.272	0.238	0.219	0.177	0.161	0.158	0.158	0.165
2	0.282	0.250	0.231	0.190	0.173	0.161	0.161	0.165
3	0.278	0.247	0.228	0.190	0.173	0.165	0.167	0.173
4	0.292	0.256	0.231	0.194	0.171	0.167	0.167	0.171
P ₀ G 1	0.284	0.253	0.231	0.167	0.142	0.136	0.136	0.142
2	0.294	0.256	0.240	0.177	0.152	0.142	0.146	0.142
3	0.307	0.269	0.240	0.165	0.148	0.136	0.121	0.127
P _{1.5} G 1	0.244	0.212	0.186	0.123	0.104	0.104	0.104	0.111
2	0.244	0.215	0.194	0.117	0.114	0.104	0.104	0.127
3	0.250	0.215	0.206	0.117	0.098	0.085	0.092	0.104
P ₁ G 1	0.253	0.219	0.200	0.146	0.127	0.123	0.121	0.123
2	0.256	0.225	0.206	0.142	0.129	0.123	0.123	0.121

表 6-6-1 土圧分布図より求めた壁底
から全土圧作用点までの距離

(単位 cm)

		壁 移 動 量 (1/100 mm)						壁移動量 (1/100 mm)						
		0	5	10	100	300	500		0	5	10	100	500	
P ₀	1	353	34.3	31.9	31.9	40.1	47.2	R ₀	1	40.4	40.0	37.6	39.9	41.3
	2	358	356	353	37.6	41.0	47.4	2	42.6	41.0	40.1	41.4	40.9	
	3	37.0	36.5	36.3	39.2	44.6	47.5	3	41.3	34.3	40.5	40.7	40.8	
								4	39.8	40.4	37.8	38.4	37.8	
P _{1.5}	1	33.8	33.9	35.0	36.6	42.2	49.3	5	41.5	40.5	40.5	41.5	43.4	
	2	38.6	38.1	38.3	40.3	47.6	54.2	6	40.1	39.1	39.3	40.1	39.7	
								7	38.6	36.7	36.0	37.7	36.5	
P ₁	1	36.0	35.3	35.4	37.7	43.2	46.0	8	40.1	39.1	38.8	43.2	39.6	
	2	36.2	35.4	36.2	41.5	43.0	47.7	9	38.6	37.1	37.9	39.3	41.8	
	3	42.1	42.2	41.7	48.3	54.0	48.1	10	41.9	41.5	41.8	41.7	39.5	
	4	40.5	40.6	40.6	44.6	51.5	56.4	R _{1.5}	1	39.6	38.8	40.0	38.8	38.8
								2	40.6	40.6	40.3	40.0	42.0	
P ₀ G	1	37.6	37.6	39.1	42.7	44.0	43.1	3	39.4	38.2	37.8	37.8	38.7	
	2	54.5	54.1	53.7	53.0	57.3	58.0	4	41.1	40.5	41.6	42.5	43.5	
	3	46.1	46.1	49.4	47.1	47.1	47.1	5	42.3	39.5	39.7	40.5	41.9	
								6	40.3	38.1	37.4	38.6	40.6	
P _{1.5} G	1	47.4	47.9	47.9	47.8	52.7	56.6	R ₁	1	41.6	49.4	42.0	44.8	41.4
	2	38.0	38.0	37.9	40.3	41.3	43.1	2	40.8	38.8	38.4	39.2	37.7	
	3	47.9	48.3	49.2	56.2	57.5	64.2	3	40.3	38.1	38.4	39.4	40.2	
								4	42.2	45.3	41.7	41.8	43.1	
P ₁ G	1	36.4	33.4	35.2	33.5	38.1	42.8	5	41.2	38.5	37.7	39.4	41.4	
	2	33.0	33.2	32.9	34.8	37.9	38.9	6	38.9	37.4	38.1	39.3	40.6	
								7	39.5	37.2	37.2	38.7	39.9	

図 6-5-1 壁移動による土圧重心位置の変化



土圧分布図より求めた壁に作用する転倒モーメント

(単位 $\text{Kg} \cdot \text{cm} / \text{cm}$)

実験番号	壁移動量 ($1/100\text{mm}$)						実験番号	壁移動量 ($1/100\text{mm}$)					
	0	5	10	100	300	500		0	5	10	100	500	
P ₀ 1	104.9	101.1	92.6	80.4	76.1	77.4	R ₀ 1	166.6	161.9	144.8	125.6	97.1	
2	102.4	97.5	91.0	82.2	81.6	79.5	2	113.8	104.0	101.2	92.0	81.5	
3	106.6	101.3	95.2	89.4	84.6	84.2	3	115.2	109.2	106.6	98.4	82.0	
							4	133.9	120.8	114.1	91.3	73.8	
P _{1.5} 1	92.5	88.9	82.4	64.4	68.7	74.6	5	113.4	107.6	103.6	95.9	87.3	
2	107.1	102.4	95.5	69.7	70.6	71.6	6	117.1	107.8	102.7	95.6	81.4	
							7	157.2	141.5	132.2	124.5	110.6	
P ₁ 1	86.7	75.6	72.2	62.9	57.8	54.6	8	119.5	110.0	105.7	99.9	78.9	
2	86.0	79.2	77.7	65.3	57.1	62.1	9	108.1	101.7	98.2	92.3	80.5	
3	90.0	84.4	78.8	72.0	74.1	64.7	10	127.9	125.3	123.0	110.3	96.7	
4	105.7	102.9	96.0	83.3	88.1	89.0	R _{1.5} 1	128.2	120.5	115.5	102.8	93.1	
							2	111.5	106.4	102.8	96.3	87.0	
P ₀ G 1	86.6	76.6	74.0	65.6	59.3	63.5	3	121.8	112.3	107.7	102.8	91.1	
2	89.6	85.5	82.4	72.1	87.5	98.9	4	126.9	121.6	121.6	111.1	99.2	
3	52.0	52.0	44.0	48.3	48.3	48.3	5	126.9	117.4	113.8	95.8	80.3	
							6	130.7	114.0	106.6	94.4	92.1	
P _{1.5} G1	72.1	70.1	67.1	64.2	67.2	83.4	R ₁ 1	112.3	108.0	107.9	106.7	90.4	
2	98.0	93.9	89.5	79.4	85.9	110.7	2	129.0	114.1	106.7	95.6	78.6	
3	74.8	73.9	66.2	47.0	48.1	60.8	3	102.7	90.7	88.8	86.1	77.8	
							4	108.4	101.0	100.0	96.8	87.9	
P ₁ G 1	92.7	83.5	81.2	77.3	72.6	69.8	5	120.7	103.8	96.3	86.4	76.7	
2	87.8	86.9	80.8	81.3	75.6	92.2	6	112.0	102.1	98.7	89.7	85.1	
							7	119.5	104.8	101.7	90.7	84.8	

図 6 - 6 - 1

壁移動による転倒モーメントの変化

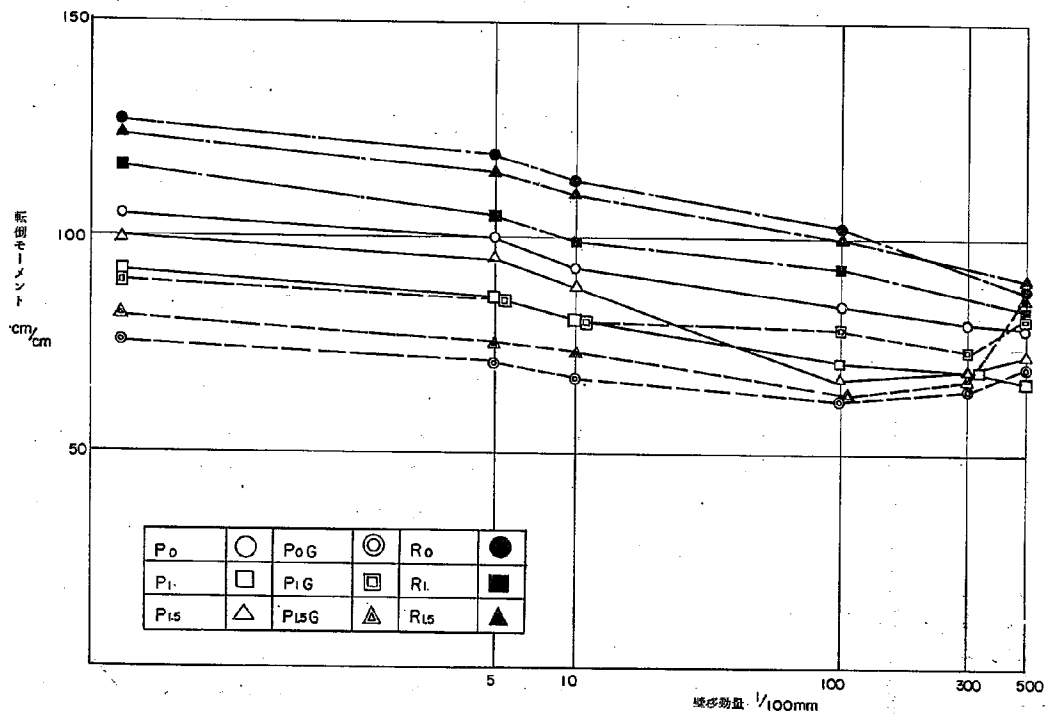
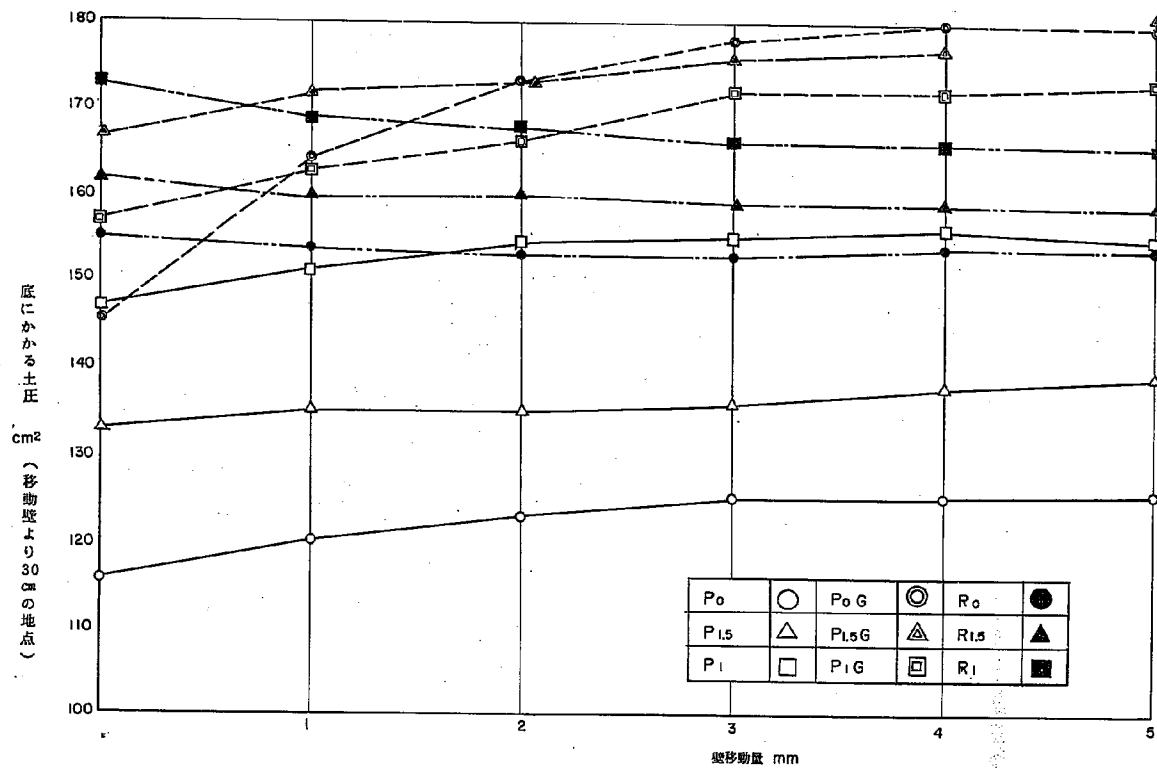


図 6-7-1

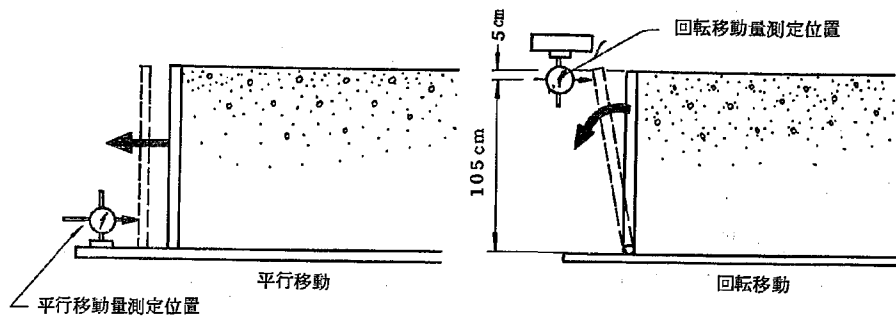
壁移動による砂槽底にかかる土圧の変化



〔7〕 要約とむすび

1. 壁が平行移動することによって、地表付近の土圧は、壁移動量 0.1 m までは減少するが、それ以上の移動に対しては増加する。壁中央部の土圧は、壁移動量 0.2 m までは減少するが、それ以上の移動に対しては変化しない。壁底付近の土圧は、移動量 4 m までは減少し続け、壁移動前には静水圧分布（三角形）に近かった土圧分布が、移動後には放物線形（弓形）分布に近くなる。（図 6-1-2, 図 6-2-3 等参照）
2. 裏込石を入れたものほど土圧分布は弓形に近づく。（図 6-2-6）
3. 壁が壁底を中心として回転運動をする場合、壁頂近くの土圧は壁移動直後に減少し、それ以上の移動に対してはほとんど変化しない。底付近の土圧は、壁が回転移動をして壁頂部の水平移動量が 4 m 程度になるまで減少し続けるが、壁移動後の土圧分布は常に三角形分布のままである。（図 6-1-8, 図 6-2-13）
4. 裏込が砂の場合の土圧測定値はバラッキが少ないが碎石の場合はバラッキが多い。（図 6-3-1, 図 6-3-2）
5. 壁移動前の土圧に比較すれば、壁が 5 m 平行移動した時、主働土圧は、裏込めが砂の場合には $50 \sim 60\%$ 、碎石を入れた場合には $40 \sim 50\%$ になる。
壁が回転移動をして壁頂部が 5 m 水平移動をすれば、土圧は、壁移動前の 70% に減少する。（表 6-3-1）
6. 土圧係数を $K = P / (\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot Z^2)$ より算出すれば、壁が 5 m 平行移動した場合には、土圧係数は $0.15 \sim 0.22$ に、壁が回転移動をして壁頂部が 5 m 水平移動をした場合には、土圧係数は $0.23 \sim 0.28$ となる。（表 6-5-1, 表 6-5-2）
7. 壁に作用する転倒モーメントは、壁移動により減少する。
壁が 5 m 平行移動した場合又は回転移動して壁頂部で水平方向に 5 m の変位をした場合には、転倒モーメントは、壁移動前の約 70% に減少する。
8. 壁を平行移動させると、 $(1.1.1.5)$ 1割5分勾配の傾斜板を入れた場合に移動壁にかかる土圧は、傾斜板を入れない場合にかかる土圧の 80% となり、 $(1.1.1)$ 1割の傾斜板を入れた場合には 75% となる。壁を回転移動させると、1割5分

勾配の傾斜板を入れた場合に移動壁にかかる土圧は、傾斜板を入れない場合にかかる土圧とほとんど変わらず1割の傾斜板を入れた場合には90%となる。



むすび

第1報(232号)に引き続いた実験で、壁に平行移動および回転(下端ヒンジ)を起こさせた時に、壁の変位状況に応じて土圧がいかなる変化をするかを調べるために行なった。さらに砂槽内に勾配が1:1と1:1.5の2種類の傾斜板を入れ、それによる土圧と裏込無限の場合の土圧との比較実験を行ったものである。

実験装置類の制約から、定性的実験にとどまっているが、さらにデータを積上げて検討していきたいと考えている。

施工研究室 山下 宏
別府五男
宮越博文
佐藤工業K.K. 岩藤正彦