

(Ⅲ-19) 粒状裏込め材の主働土圧実験結果の予測(Ⅱ)

群馬大学工学部 正会員 鶴飼恵三、都筑信也
群馬大学大学院 学生会員 ○小林謙一

1. はじめに

本研究室では今までに粒状裏込め材を有するモデル壁の主働土圧の予測方法として、簡便な粒状体の構成式に基づいた弾塑性FEM計算を提案してきた。また、アルミ棒積層体の主働土圧実験を行い、その実験結果と予測とのよい一致を得てきた。今回は、Fang & Ishibashi(1986)によって報告されたオタワ砂の主働土圧実験結果¹⁾をFEM計算によって解析し、両者を比較した。

2. 裏込め砂の力学モデル

裏込め砂は平面歪状態で挙動すると仮定し、Roweの応力・ダイレイタンシー式と双曲線応力歪関係式に従うとした。それらの式は次のようである。

$$R \equiv \frac{\sigma_1}{\sigma_3} = K \left(-\frac{d\varepsilon_3^p}{d\varepsilon_1^p} \right) \quad R = \frac{1}{K_0} + \frac{\gamma^p}{a + b\gamma^p}$$

ここで、 $\gamma^p = \varepsilon_1^p - \varepsilon_3^p$ は最大塑性せん断歪、 K_0 は静止土圧係数である。また、ヤング率Eは平均拘束圧($P = (\sigma_1 + \sigma_3)/2$)の平方根に比例すると仮定した。 $E = E_0 \times \sqrt{P/P_0}$ 。P₀は大気圧、E₀はP=P₀のときのEの値である。決定すべき定数は、K₀、a、b、K、E₀、νとなる。

3. 実験概要

実験装置の概略を図. 1に示す。擁壁の変位の仕方は3種類(①下端回り、RB ②平行移動、T ③上端回り、RT)であり、裏込め砂はゆるく詰められたオタワ砂である。実験での裏込め砂の間隙比、相対密度を表. 1に示す。全土圧、土圧の作用点、擁壁の摩擦角は擁壁に取り付けられた4つのロードセルの測定を通して計算された。土圧分布は図. 1のSP1～SP6で示される6つの土圧変換器により測定された。

4. 実験結果と解析

裏込め砂のパラメータは、Sherifらによるオタワ砂の三軸圧縮、直接せん断、二重リングせん断テストにより求められる。各種パラメータを表. 2に示す。また、FEM計算に用いる要素分割は3節点3角形要素とし、擁壁背面と裏込め砂との相互作用を表現するためにジョイント要素を用いた。

図. 2(a)(b)、図. 3(a)(b)、図. 4にそれぞれ下端回り(RB)、上端回り(RT)、平行移動(T)での各ケースの実験結果とFEMによる計算結果を示す(各図の実測値はFang & Ishibashi(1986)の論文より引用)。図. 2(a)、3(a)、4はいくつかの壁の変位での土圧分布を示す。図. 2(b)、3(b)は壁の回転θに対する水平土圧係数K_h、合力の作用する相対的な高さh/H、壁の摩擦係数tanδとの関係を示す。いずれの図においても十分な相関関係がみられる。図. 2のRBのケースでは特にK_h-θ関係、h/H-θ関係、土圧分布において実測と計算の良好な一致が見られる。ただし、h/H関係に関して、実測はθ=0のとき0.31であるのに対し、計算は0である点に留意する必要

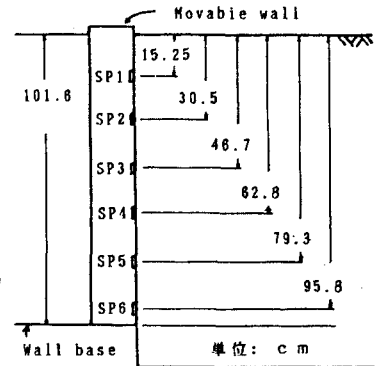


図. 1 実験装置の断面図

表. 1 テストの状態

壁変位モード	間隙比	相対密度
下端回り	0.706	21.4(%)
上端回り	0.698	24.8(%)
平行移動	0.687	30.1(%)

表. 2 パラメータ

裏込め砂	パラメータの値	
	K ₀	0.55
	a	0.001
	b	0.388
	K	3.54
	E ₀	800000
	ν	0.2
ジョイント	γ	15.7
	φ _J	24.5°
	ψ _J	0°
	E _J	1000000
	G _J	1000000

E₀, E_J, G_Jの単位: gf/cm²

γの単位: gf/cm³

がある。しかし、 θ が小さい段階での実測と計算の一致の度合は悪くないのでこの影響は本計算に関する限り小さいと考える。図. 3のR Tのケース、図. 4のTのケースでは実測と計算とが同傾向を示すもののR B程の一致はみられない。土圧分布の実測では共に△印から□印にかけての変化が著しいが計算ではそれが見られない。その理由として、計算ではこの段階ですでに弾性変形の影響が小さくなっているのに対し、実測ではその影響がまだ大きいということが考えられる。

実測値と計算値のよりよい一致を得るために要素分割の擁壁下端から斜め上 45° 方向により細かいメッシュの帯を持つケースをR B、R T、Tの各々につき計算してみた。結果として、いずれの場合でも擁壁下端付近での土圧分布がより詳しく表されるけれども大きな変化はなく、同傾向のグラフが得られた。

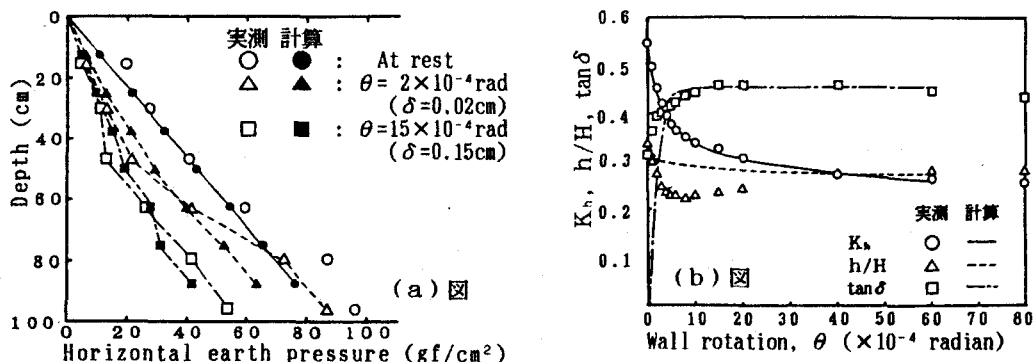


図. 2 R Bのケースにおける実測と計算との比較

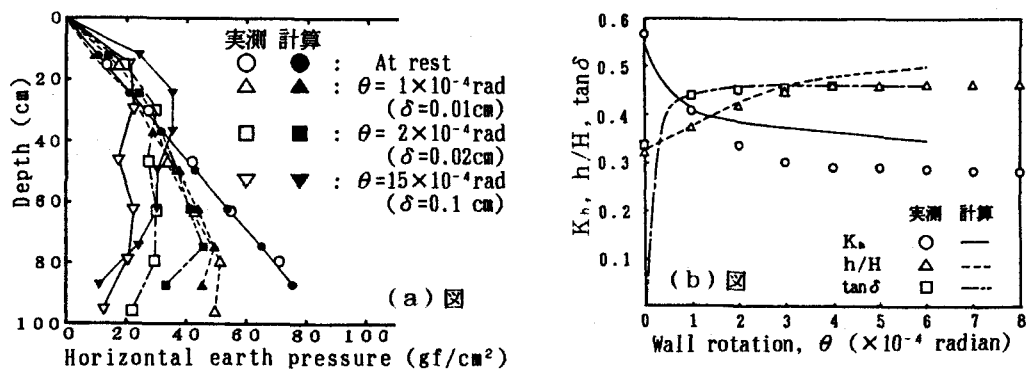
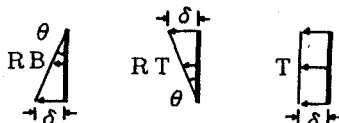


図. 3 R Tのケースにおける実測と計算との比較



5. おわりに

以上、Roweの応力・ダイレイタンス式と双曲線応力歪関係式は、裏込め材がアルミ棒の場合のみでなく、砂の場合においても擁壁主働土圧の実測値の傾向をよく表現できたと思われる。

(参考文献)

- 1) Fang, Y. S. and Ishibashi, I. (1986). Static earth pressures with various wall movements, Proc. ASCE, Vol. 112, GT3, 317-333.

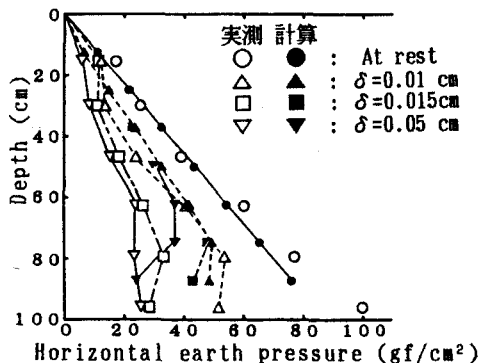


図. 4 Tのケースにおける実測と計算との比較