

壁面土圧とその破壊メカニズムの定量的評価

熊本大学大学院 学 ○安竹 肇
熊本大学工学部 正 大谷 順

1. はじめに

現在、擁壁や山留め壁において用いられる壁面土圧は、擁壁などの剛な壁においては主に Coulomb や Rankine 系の古典的な土圧が、また、矢板壁などのたわみ性壁においては主に実測値から経験的に土圧分布が求められている。しかし、壁体の変位様式、変形量によって壁面土圧はその大きさのみならず、その分布も大きく変化することが知られており、さらに、地盤構造物の設計法が限界状態設計法に移行しつつある現状を鑑みると、種々の壁変位様式に対して地盤が極限状態に達したときの破壊メカニズムを定量的に把握する必要があると考えられる。そこで、本研究はアルミ棒積層体を用いた模型実験と有限要素解析を実施し、種々の壁変位様式に対する壁面土圧とその破壊メカニズムの定量的評価を行うものである。

2. 模型実験の概要

模型地盤には、 $\phi 3.0\text{mm}$ と $\phi 1.6\text{mm}$ のアルミ棒を重量比 3:2 で混合したアルミ棒積層体を用い、初期地盤高さ $H=25\text{cm}$ で地表面は水平とした。壁体は鉛直で剛な壁を考え、 $H=25\text{cm}$ において 1.0mm/min の変位制御で実験を行った。詳細な実験方法は参考文献 1) に譲るが、実験パターンは壁下端をヒンジとしたときの主働および受働実験の 2 つであり、最大壁変位量 $d_{\max}$ は、主働側で 30mm 、受働側で 40mm である。実験ではアルミ棒の移動を写真撮影し、これをコンピュータ上で画像解析してその変形量を求め、それをもとに地盤内の最大せん断ひずみを求め、破壊メカニズムの定量的評価を行った。

3. 数値解析の概要

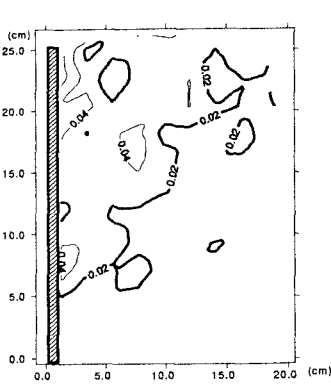
数値解析は、模型地盤の 10 倍スケールで弾塑性有限要素解析を行った。本研究では壁体を剛体と考え、地盤と壁との接触面にジョイント要素を挿入し、強制変位を与えた。用いた地盤パラメータは、アルミ棒積層体のパラメータであり、単位体積重量 $\gamma=21.36\text{kN/m}^3$ 、静止土圧係数 $K_0=0.5$ 、内部摩擦角 $\phi=27^\circ$ である。また、壁面の摩擦は模型実験で多少発揮されていると考え、壁摩擦角 $\delta \cong 10^\circ$ とした。

4. 結果と考察

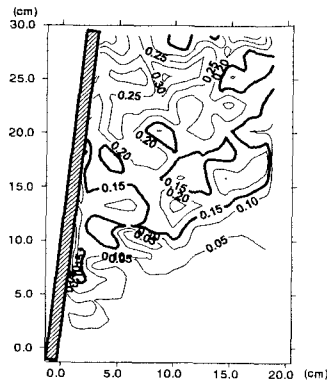
図-1、図-2 に実験より得られた最大せん断ひずみ分布を示す。図中の d は $H=25\text{cm}$ の位置における壁体の水平変位量を示し、斜線部分は、壁体の位置を表している。ひずみは、幾何学的非線形性も考慮した Green のひずみでこれを評価している¹⁾。主働状態では、 $d/H=0.016$ で壁下端よりやや上の位置より直線的にせん断ひずみが発生しており、 $d/H=0.096$ になると、壁下端付近にまでひずみの集中している領域が広がっている。一方、受働状態でも壁下端よりやや上の位置からせん断ひずみが発生しているが、その領域は水平方向に大きく、 $d/H=0.144$ になると、その領域は水平方向、及び鉛直下方向に大きな広がりを見せている。次に、図-3 に解析より得られた最大せん断ひずみ分布を示す。図中の太線部分を実験より得られた最大せん断ひずみ分布と比較すると、主働および受働ともに同じ程度の d/H において実験と同じような傾向が見られる。このことから、解析結果は、実験結果とよく一致していると考えられる。次に、図-4 に解析より得られた壁体背面における裏込め土の応力分布を示す。 x 軸は応力 p を単位体積重量 γ と初期地盤高さ H で割り、 y 軸は地表面からの深さ z を同じく H で割りそれぞれを無次元化を行っている。主働状態の場合 $d/H=0.016$ で Coulomb 土圧にほぼ一致している。また、壁下端付近では静止土圧に近い値を示している。また、受働状態の場合 $d/H=0.080$ 以降は、壁中央までは Coulomb 土圧とほぼ一致しているが、壁下端付近では静止土圧に一致している。

終わりに

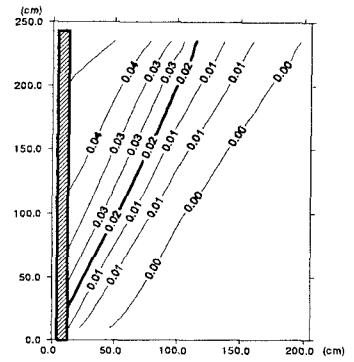
今後は、山留め壁などのたわみ性壁を対象とした模型実験及び数値解析を行う予定である。



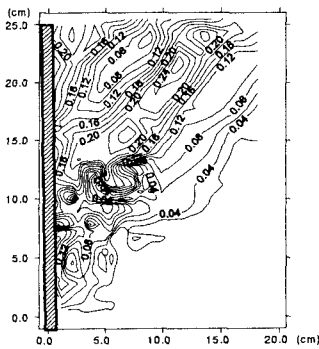
(1-a) $d/H=0.016$



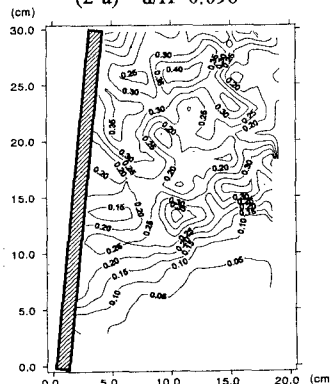
(2-a) $d/H=0.096$



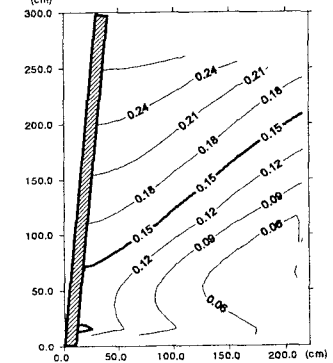
(3-a) $d/H=0.016$ (Active state)



(1-b) $d/H=0.096$



(2-b) $d/H=0.144$

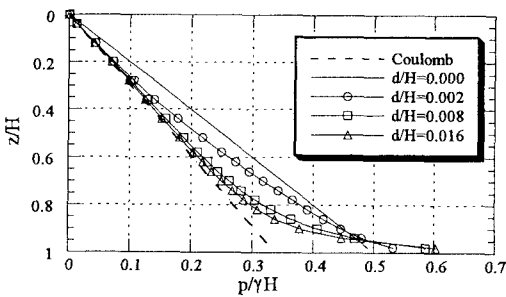


(3-b) $d/H=0.144$ (Passive state)

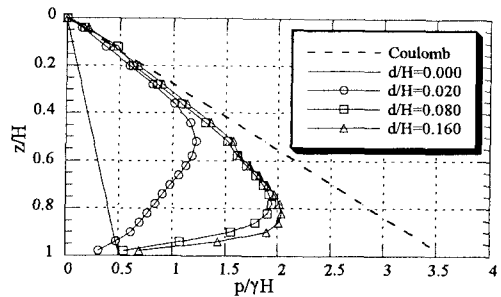
図-1 最大せん断ひずみ分布
(実験: Active state)

図-2 最大せん断ひずみ分布
(実験: Passive state)

図-3 最大せん断ひずみ分布
(解析)



(4-a) Active state



(4-b) Passive state

図-4 壁体背面における裏込め土の応力分布

参考文献

- 1) 山本健太郎, 補強土基礎地盤における破壊メカニズムの解明とその支持力解析, 熊本大学学位論文, 1998