

短ボルトと大型プレートによる切土補強効果に関する基礎的研究(その1)

—— 小型平面ひずみ模型実験 ——

東急建設(株) 正会員 鄭 光可
 同上 正会員 越智健三
 同上 正会員 壺内達也

1. はじめに

最近、切土地山の安定を保つ工法の一つとして鉄筋挿入工法が多用されるようになってきている。本文では、補強材(ロックボルト)の補強メカニズムを明らかにするために実施した、小型平面ひずみ模型実験結果について報告する。

2. 実験方法

実験は、図1に示す豊浦標準砂($e_0=0.74$, $w_0=7.5\%$)で作成した $80 \times 80 \times 40\text{mm}$ の直方体に補強材を水平に挿入し、上載圧 $\sigma'_v = \sigma'_1 = 1.25\text{kgf/cm}^2$ 一定のもとで側圧 $\sigma'_h = \sigma'_3 = 0.5\text{kgf/cm}^2$ を排気条件下で解放することにより行なった。 σ'_3 は定応力 0.01kgf/cm^2 のステップで段階的に解放した。側圧解放途中における供試体の $\epsilon_2=0$ であり、平面ひずみ状態である。補強材は図2のように、定着状態についてはアンカータイプ(AN)とセパレートタイプ(SE)、形状については平板タイプ(P)と丸棒タイプ(B)のそれぞれ2種類とした。ここで、たとえば、SE-B-1*4はセパレートタイプの丸棒が1段4列で配置されていることを表わす。補強材の打設パターンは供試体中心に関して対称とした。平板は厚さ 0.5mm のしんちゅう板、丸棒は径 1mm のアルミ棒であり、表面には豊浦砂を接着剤でまぶしてある。鉄筋挿入工法では一般に、SE-Bタイプが該当する。実験は、表1に示す13ケースについて行なった。表1に実験から得られたピーク応力比 R_p もあわせて示す。

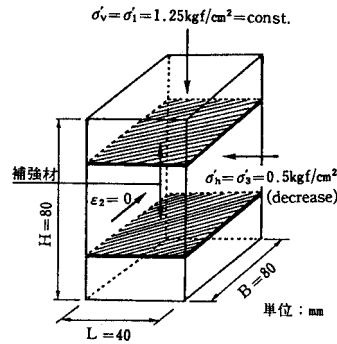


図1 実験方法

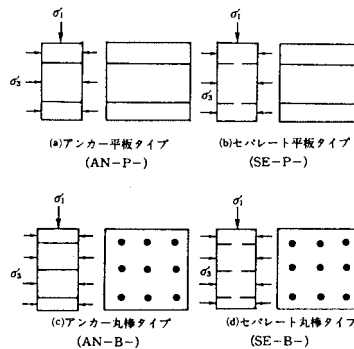


図2 補強材の定着、形状の種類

3. 実験結果および考察

図3にアンカータイプ、セパレートタイプそれぞれについて得られた応力比 $R = \sigma'_1 / \sigma'_h$ と供試体鉛直ひずみ ϵ_1 の関係を示す。図3より、補強材を挿入することにより供試体のピーク応力比 R_p は増大するが、その割合はセパレートタイプよりもアンカータイプの方が著しいことがわかる。また、いずれのタイプにおいても、供試体鉛直ひずみ $\epsilon_1=0.5\%$ 程度までは、補強材の効果はそれほど認められない。図4に補強材の高さ方向(縦方向)間隔 H と、ピーク応力比 R_p の対数値との関係を示すが、 H に反比例して、指数的にピーク応力比 R_p が増大している。セパレートタイプにおいては、高さ方向の本数が同じであれば、丸棒タイプと平板タイプのピーク応力比はほぼ等しくなっている。また、破壊後の供試体状況として、補強材で上下をはさまれた供試体部分で支配的なすべり線が生じており、かつ変形パターンもピアダる型

表1 実験の種類

実験名	アンカー	セパレート	平板	丸棒	ピーク応力比 R_p
無補強					3.8
AN-P-3	○		3段		85.0
AN-P-2	○		2段		13.0
AN-P-1	○		1段		7.0
AN-B-3*3	○			3*3=9本	10.0
AN-B-1*8	○			1*8=8本	5.0
SE-P-3		○	3段		6.0
SE-P-2		○	2段		5.2
SE-P-1		○	1段		4.3
SE-B-5*5		○		5*5=25本	7.0
SE-B-4*4		○		4*4=16本	6.3
SE-B-3*3		○		3*3=9本	5.4
SE-B-1*4		○		1*4=4本	4.1

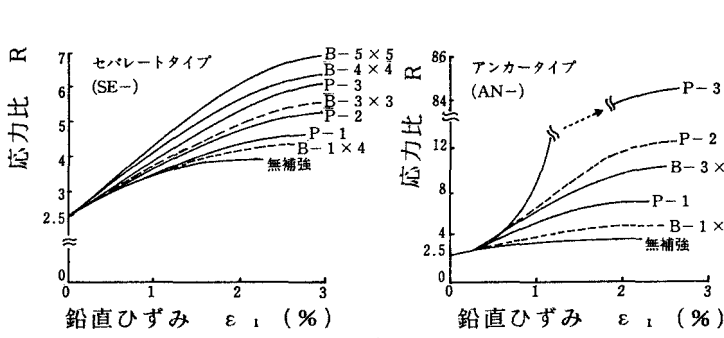


図3 供試体の応力比と鉛直ひずみの関係

となっていることが観察された。

これらのことから、本実験における補強材の効果として、材料の圧縮試験における載荷板の端面拘束効果と類似していることが認められる。すなわち、補強材の摩擦力による端面拘束効果が供試体の強度を規定していると考えられ¹⁾、図5に示すようなモデルにもとづき、ピーク応力比 R_p の推定を行なった²⁾。モデル化を行なうにあたり、①平面問題として考える、②補強材と豊浦砂の摩擦係数は豊浦砂の ϕ に等しいとする、③上載荷重 $P(x)$ と拘束圧 σ_{30} 方向を近似的に主応力方向と考える、などの仮定を設けたが、計算式の詳細については参考文献を参照されたい³⁾。図6にピーク応力比 R_p の実験値と計算値を比較して示す。図6より、アンカータイプ、セバレートタイプとも供試体のピーク応力比 R_p を比較的精度良く推定しうることが認められる。とくに、ピーク応力比 R_p が、供試体間隔 H に反比例して指数的に増大するという実験結果を説明できたと思われる。ただし、アンカータイプの丸棒においては、二次元的なモデル化をどのように行なうかが不明であるため、ピーク応力比 R_p を計算により求めることができず、今後の課題としたい。

4. おわりに

本実験により、鉄筋挿入法においては、補強材間隔を小さくすることにより補強領域内の地山の強度が大幅に増加すること、および補強材と地山間の付着状態が重要な要因となることがわかった。今後、本実験結果を、より詳細な検討を通じて設計・施工に反映させていく予定である。

参考文献

- 1) 龍岡文夫；変形を拘束された粒状体の破壊の塑性論的一考察，生産研究，33巻10号，1981
- 2) R. ヒル；塑性学，培風館，昭和43年7月
- 3) 鄭，越智，壺内；TOP工法の地山補強効果に関する基礎的研究（その1），東急建設技術研究所報 No. 15, 1989年

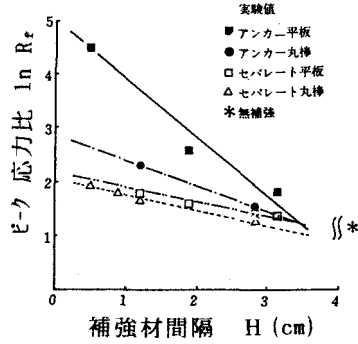


図4 ピーク応力比と補強材間隔

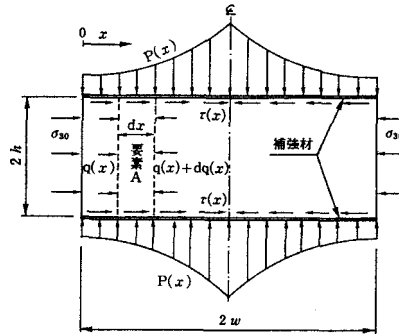


図5 解析モデル

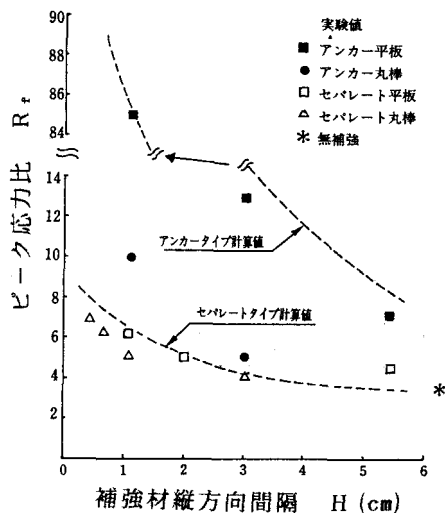


図6 ピーク応力比の計算値と実験値の比較