

III-431 ポリマーグリッドによる補強土擁壁の実物大崩壊実験と安定解析

建設省土木研究所 正 嶋田 功 正 見波 潔
住友建設(株)技術研究所 正 上原精治
鉄建建設(株)技術開発本部 正 丸尾茂樹 中根 淳

1. はじめに

筆者らは、ジオテキスタイルを用いた補強土工法に関する研究の一環として、高さ4m、幅8mの実物大の補強土擁壁を築造し、土中の補強材を順次切断して自重崩壊を引き起こす実験を行った。この実験は、補強土擁壁が安定を保ちうる限界の条件を見出すことを目的としたもので、本稿では崩壊に至るまでのひずみの計測結果について述べるとともに、崩壊実験結果と安定解析との対応について検討を行った結果を述べる。

2. 実験方法

実験は文献¹⁾に詳しく述べてあるので参照されたい。ここでは供試体の寸法・形状を図-1に示す。図の○中の数字は補強材の切断順序を表している。補強材は二軸延伸のポリマーグリッド(以下グリッドと記す)を使用した。盛土材には川砂を用い、一層の仕上り厚を50cmで特に締固めを行わなかった。

3. 実験結果

3. 1 破壊状況

供試体が自重崩壊を起こすまでの状況をまとめると以下の通りである(図-2参照)。

- i) ①～④を切断しても変化は見られず、盛土は安定を保っていた。
- ii) ⑤を切断後、A点にクラックが発生した。
- iii) ⑥を切断後、A点のクラックはさらに大きくなり、またB点にもクラックが発生した。
- iv) ⑧を切断後、下層部の土留板からはらみ出すようにして全体崩壊に至った。

3. 2 切断にともなうグリッドのひずみの変化

図-3に供試体完成時と⑤～⑦切断後のグリッドのひずみ分布を示す。グリッドを切断するとその箇所の引張ひずみはゼロになり、切断点と土留板との間のグリッドに生じる引張力が補強土擁壁の安定に寄与していることになる。各段のひずみのピーク点(図中のA、B、C、D点)に着目すると、C点では⑦を切断した時にひずみが3%から2.5%に減少している。これは切断によって定着長が短くなったために、グリッドに発生するひずみが小さくなったものと

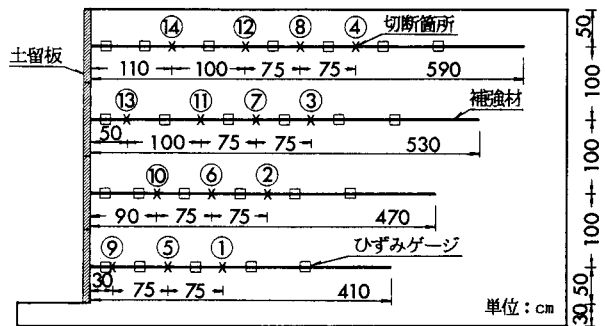


図-1 供試体の寸法・形状

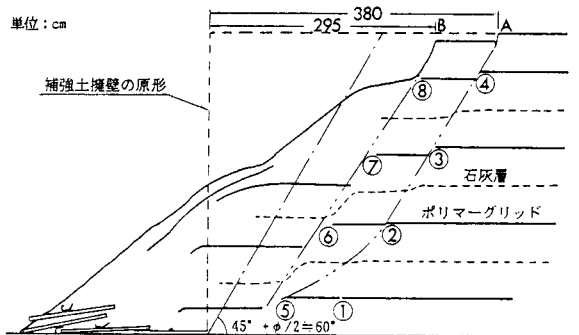


図-2 崩壊状況

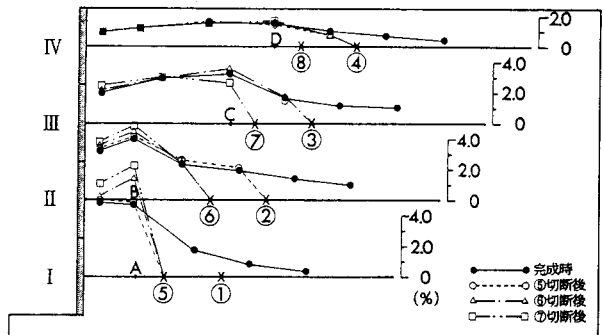


図-3 グリッドのひずみ分布

考えられる。すなわち、C点と切断点⑦の間のグリッド（ $l=37.5\text{cm}$ ）が最大発揮しうる引抜き抵抗力 T_{Ai} を

$$T_{Ai} = 2 \cdot \tan \phi \cdot l \cdot \gamma \cdot h \quad \dots (1)$$

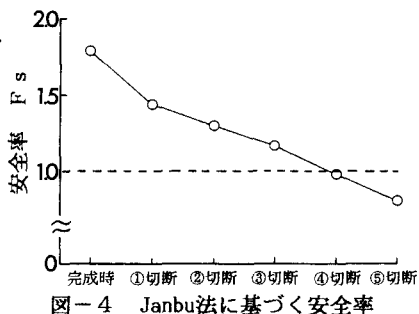
（砂の内部摩擦角： $\phi=31^\circ$ 、砂の湿潤単位体積重量： $\gamma=1.7\text{tf/m}^3$ 、土被り厚： $h=1.5\text{m}$ ）

として計算すると、 $T_{Ai}=1.15\text{tf/m}$ （単位幅当り）となり、これに対応する引張ひずみ（ポリマー材の応力～ひずみ関係より2.4%と算出される）が実測値とほぼ一致していることから、C⑦間には(1)式で算出される最大引抜き抵抗力が生じていると考えられる。また、⑦切断後のC点での引張力減少分はA、B点での引張力に再配分されていることがわかる。

4. 安定解析

4. 1 全体安定検討

グリッドを⑤まで切断した段階で地表にクラックが生じた現象は、切断点⑤②③④を通る面でのすべり破壊と考えることができる。グリッドの末端、あるいは切断点を通るすべり面を仮定したときのJanbu法（非円弧すべり）に基づく安全率 F_s を、グリッドの切断時点ごとに求めた結果を図-4に示す。図からわかるように⑤を切断したときの安全率が1を下回っており、補強材端部を通るすべり破壊に対する安定計算はJanbu法によっても可能であると思われる。



4. 2 引抜けおよび破断に対する安定検討

グリッドのひずみ計測結果をみると、各段の最大ひずみ発生点を連ねた線は、ほぼクーロンの主働崩壊面に沿ったものとみなすことができ、これを潜在すべり面と仮定することができる。ここでは、潜在すべり面より奥部のグリッドの定着長と破断強度を用いて引抜けおよび破断に対する安定検討を行った。潜在すべり面上でグリッドが発揮しうる最大の引張力 $(Ti)_{avail}$ は

$$(Ti)_{avail} = \min \{ R_T, T_{Ai} \} \quad \dots (2)$$

として求められる。ここに、 R_T :グリッドの破断強度、 T_{Ai} : (1)式で計算される最大引抜き抵抗力、である。グリッドを順次切断していったときの $(Ti)_{avail}$ および計測された最大引張力 $(Ti)_{max}$ を用いて安全率 F_s を

$$F_s = \frac{\sum_{i=1}^N (Ti)_{avail}}{\sum_{i=1}^N (Ti)_{max}} \quad \dots (3)$$

として計算した結果を表-1に示す。⑦を切断した段階で F_s はかなり小さくなっており、⑧を切断した時点で最下段の破断および最上段の引抜けによって崩壊が生じたものと考えられる。なお、ここに示した $(Ti)_{max}$ はA～D点での値を使用しており、潜在すべり面上で $(Ti)_{max}$ を計測すれば崩壊時の F_s は、表-1よりも小さい値が算出されることが予想される。

5. おわりに

実物大補強土擁壁の崩壊実験を通して以下のことがわかった。

- ①グリッドが発揮しうる最大引抜き抵抗力は(1)式で算出することができる。
- ②グリッドを切断していくと、崩壊に至るまでに引張力の再配分が生じる。
- ③グリッド末端を通るすべり破壊に対する安全率をJanbu法に準じて計算し、引抜け・破断に対する安全率を(3)式で求めることによって実験結果と対応づけることができた。

【参考文献】

- 1) 見波ら：ジオテキスタイルを用いた補強土擁壁の実物大崩壊実験、第22回土質工学研究発表会、1987.6

表-1 引抜けおよび破断に対する安全率

	R_T	T_{Ai}				$\sum_{i=1}^N (Ti)_{avail}$	$\sum_{i=1}^N (Ti)_{max}$	F_s
		IV	III	II	I			
①切断	1.8	4.0	11.8	19.6	10.8	7.2	5.4	1.33
②切断		4.0	11.8	7.8	10.8	7.2	5.3	1.36
③切断		4.0	4.8	7.8	10.8	7.2	5.3	1.36
④切断		1.6	4.8	7.8	10.8	7.0	5.3	1.36
⑤切断		1.6	4.8	7.8	5.4	7.0	5.4	1.33
⑥切断		1.6	2.5	4.0	5.4	7.0	5.7	1.33
⑦切断		1.6	2.5	4.0	5.4	7.0	5.7	1.26
⑧切断		0.8	2.5	4.0	5.4	6.2	—	—

（引張力の単位は tf/m ）