

Ⅲ - B267

地山補強土工法に関する実物大実験（その2）

— 施工時の挙動 —

日本道路公団 試験研究所○正会員 永吉 哲哉 正会員 田山 聡
正会員 多田 誠 緒方 健治

1. まえがき

本論文は、参考文献¹⁾に示す実験計画に従って実施した実物大実験のうち、施工時の挙動の解明を試みたので報告する。

2. 地盤の変形

光波測距儀による掘削面の変形モードは、図1に示すとおり、本工法の事例に見られるのり肩から底面まで、掘削面側に倒れ込む形態であるが、無補強ケース(1:0.3)の場合は全体的にせり出す傾向が見られた。光波測距儀によるのり肩部の水平変位に対する鉛直変位の比率($\delta v / \delta h$)は、表1に示すとおり、一般的に云われている $\delta v / \delta h \approx 1.0$ とならず、 $\delta v / \delta h = 0.35$ から 0.60 の比率となった。

多段式水平変位計によるのり肩より50cm（補強ケース3は、100cm）深さ50cm位置の水平変位の変化を図2に示す。無補強ケースは、施工完了時の水平変位 $\delta h = 4.6\text{mm}$ と最も小さい。補強ケースは、施工途中で崩壊した補強ケース1を除き、補強ケース3が $\delta h = 10.4\text{mm}$ 、補強ケース2が 20.6mm と、無補強ケースより大きい値を示した。これを見掛けのせん断ひずみ $\gamma (= \delta h / H, \delta h: \text{のり肩部の水平変位}, H: \text{掘削深度})$ で表すと、無補強ケースでは $\gamma = 0.1\%$ と最も小さく、補強ケースでは $\gamma = 0.2\%$ から 0.4% と、本工法の事例である $\gamma = 0.1\%$ から 0.4% ³⁾の範囲内であった。極限つり合い法による全体安全率($F_s = 1.15$)²⁾が全く同じである補強ケース3と補強ケース2の水平変位は、補強ケース3の方が小さい。これは補強ケース3の勾配の効果で、水平変位が小さくなったと考えられる。

各補強ケースで共通した現象として、いずれも3・4段目掘削時（掘削深度 $H = 3.7\text{m}, 5.0\text{m}$ ）に水平変位の増加率が大きくなること、および3段目掘削中

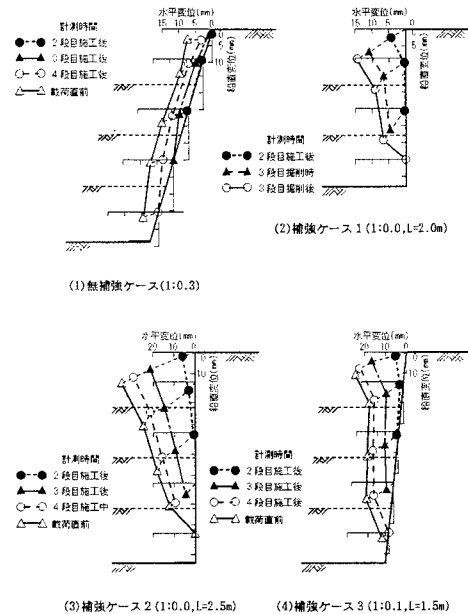


図1. 施工段階の掘削面の変形（光波測距儀による）

表1. のり肩部水平変位に対する鉛直変位の比率

	無補強ケース (1:0.3)	補強ケース1 (1:0.0, L=2.0m)	補強ケース2 (1:0.0, L=2.5m)	補強ケース3 (1:0.1, L=1.5m)
$\delta v / \delta h$	0.63	0.60	0.46	0.35

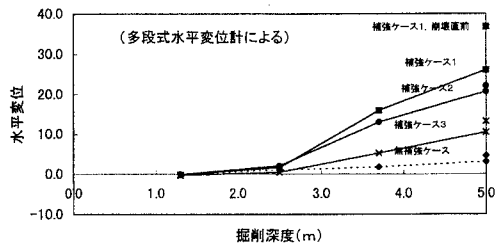


図2. のり肩部の水平変位の変化（施工時）

Keyword: 地山補強土工法, 実物大実験

〒194 東京都町田市忠生1-4-1 TEL:0427(91)1621, FAX:0427(92)8650

にのり肩から2 m付近に掘削面に平行にクラックが発生し、施工完了時には、3～4 m付近にも同様のクラック（クラック幅1～10mm）が発生したことが挙げられる。これは、掘削の進行に伴って拡大する地盤のひずみ発生領域が、3段目掘削段階から、補強領域より奥まで達し、変形量が大きくなるためと考えられる。

3. 補強ケース1の崩壊の原因と挙動

3-1. 崩壊原因

補強ケース1は、4段目掘削後（ $H=5$ m）、4段目補強材設置前に崩壊したケースである。崩壊土塊を掘り起こしたところ、3段目補強材の補強鉄筋とグラウトの間の付着切れが見られた。これにより崩壊原因は、グラウトの強度不足から図3に示すとおり、3段目補強材の負担すべき引張り応力が発生せず、崩壊に至ったものと考えられる。極限つり合い法による4段目掘削時の全体安全率 F_s も、3段目補強材が健全な場合 $F_s=1.06$ あるものが、3段目補強材がないと仮定した場合 $F_s=1.02$ まで低下することがわかった。

3-2. 崩壊の挙動

崩壊形状は、天端クラック（のり肩から約2.5m）から4段目掘削面付近を通る円弧すべりであった。崩壊の挙動は、図4に示すとおり、4段目掘削後にのり肩部の鉛直変位が急増し、一気に崩壊に至っており、鉛直変位の急増が崩壊の前兆現象と考えられる。

4. まとめ

本実験結果の施工段階からまとめると、つぎのとおりである。

- ①変形モードは、掘削面側に倒れ込む形態であり、見掛けのせん断ひずみ γ は、これまでの事例の範囲内の0.2 から0.4 %の値であった。
- ②のり肩の水平変位に対する鉛直変位の比率は、これまでの事例と異なり、0.35 から0.6であった。
- ③極限つり合い法による全体安全率が同じでも、掘削勾配の緩い方が掘削面の変形が小さい。
- ④施工時に崩壊した原因は、グラウトの強度不足であることから、施工・工程管理の重要性が認識できた。
- ⑤のり肩部の鉛直変位の急増は、崩壊の前兆現象の可能性がある。

参考文献

- 1) 多田他：地山補強土工法に関する実物大実験（その1），第52回年次学術講演会論文，投稿中，1997.9.
- 2) 田山他：地山補強土工法に関する実物大実験（その3），第52回年次学術講演会論文，投稿中，1997.9.
- 3) Scientific Committee of the French National Project CLOUTERRE, "RECOMMENDATIONS CLOUTERRE 1991(ENGLISH TRANSLATION :Soil Nailing Recommendations - 1991)" ,Aug.1993.

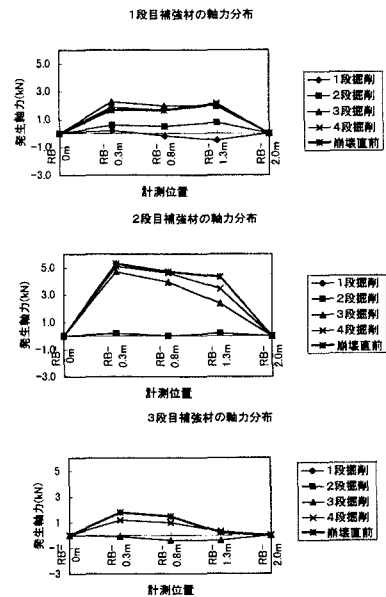
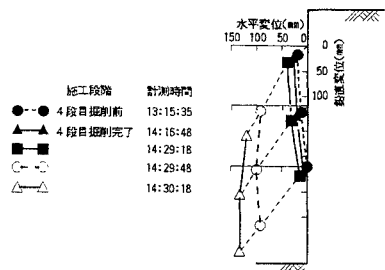


図3. 補強ケース1の補強材の軸力分布



(1) 補強のケース(1:0.0, L=2.0m)
(CCDカメラによる)

図4. 補強ケース1の崩壊時の掘削面の変形