

Ⅲ - B266

地山補強土工法に関する実物大実験（その1）

— 予備試験結果および本実験方法 —

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

1. まえがき

地山補強土工法を用いた橋脚等の掘削の急勾配化は、現地盤の改変量が少なく、自然環境保全および捨土量削減が可能でかつ経済性に優れており、今後、第2東名・名神や他の山岳ルートを通過する高速道路の建設に適用されると思われる。しかし、本工法は補強メカニズムや破壊形態について、理論的解明よりも実用化が先行して発展してきた経緯があり、今だ未解明な部分が残されている。

これまで行われた載荷板による実験は、載荷によるため実際の掘削時の挙動と異なること、およびすべり面の発生位置が載荷板後端位置に固定されてしまうことなどの問題があった。そこで、均一自然斜面を想定した盛土を構築し、地山補強土工法による掘削およびすべり面を強制しない方法での載荷実験を実施した。なお、本実験に先立ち予備試験として土質試験、限界勾配確認試験および補強材引抜き試験などを行った。

本論文は、予備試験結果と本実験方法を報告するものである。

2. 予備実験

2.1 土質試験 実物大実験に使用する盛土材料は、砂質土（スコリヤ混じり砂礫土）であり、盛土施工に先だって、粒径100mm以上をスクリーン付きバケットにより撤去し、粒度調整を行った。土質試験としては、密度、粒度、締固め、三軸（UU）試験を実施し、盛土材料の最大乾燥密度 ρ_{dmax} は1.735(g/cm³)、最適含水比 W_{opt} は18.5(%)であった。

2.2 盛土構築方法 予備試験の盛土転圧は、1層の仕上がり厚さが30cmとなるようにブルトータザ転圧とし、転圧後、乾燥密度と含水比測定を行った。その結果、平均乾燥密度は1.557(g/cm³)、平均含水比は21.5(%)となり、締固め度は最大乾燥密度の約89(%)であった。また、乾燥密度と含水比から求めた湿潤密度 ρ_t は約1.8(g/cm³)であった。動的貫入試験の結果、N値は10程度で、これは崖錘層に相当する。

2.3 限界勾配確認試験 図-1（右側）に示すように、掘削勾配を1:0.5、0.3、0.1、0.0の4段階に変化させ、各掘削段階の変状を目視観察により確認し、無補強盛土の限界勾配を決定した。その結果、図-2に示すように掘削勾配が1:0.0で崩壊し、平均すべり面角度は約70°であった。このすべり形態と後述する本実験の無補強ケースの載荷状況・破壊形態^{1),2)}等から逆算法により求めた盛土材料の粘着力および内部摩擦角は、 $c=11.3$ (kPa)、 $\phi=35^\circ$ である。

2.4 補強材引抜き試験 図-1（左側）に示すように、盛土に補強材を打設した後、引抜き試験を行い、地盤と補強材の周面摩擦抵抗を調べた。補強材打設孔を施工する方法は、オーガーボーリングによる方法と塩化ビニールパイプ（ $\phi=60$ mm）を盛土施工時に埋設し、パイプを引抜く方法の2種類で行ったが、どちらの方法においても孔壁は自立し、特に問題はなかった。したがって、本実験においては塩化ビニールパイプを用いる方法とした。塩化ビニールパイプを用いて施工した場合の引抜き試験結果は、図-3に示すように土被り厚の増加に伴い周面摩擦抵抗は大きくなる傾向が見られた。

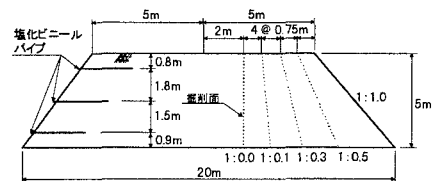


図-1 限界勾配確認試験および補強材引抜き試験概略図

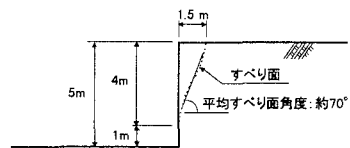


図-2 限界勾配確認試験の破壊形態

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

3. 本実験方法

3.1 盛土構築方法 本実験は、表-3に示すように無補強1ケース、補強3ケース、計4ケース実施した。図-4に本実験の概略を図-5に代表的な試験体断面を示す。本実験では、掘削面の側方の影響を除去するために、図-4の示す位置に縁切板を設置し、フリクションカットを行った。

縁切板の間の盛土構築方法は、予備試験と同じであるが、破壊時のすべり面確認のため、1層毎に消石灰を散布した。盛土の締固め度は最大乾燥密度の87(%)であった。

補強材施工用の塩化ビニールパイプ($\phi=60\text{mm}$)は、基層から0.7m, 1.9m, 3.1m, 4.3mの位置に水平・鉛直間隔1.2mの格子配置とし、水平から下方に打設角度 5° とした。補強材はD25mm, $L=1.5, 2.0, 2.5\text{m}$ の異形鉄筋を使用した。

3.2 施工段階 図-5に示すように、補強材1段毎に逆巻き施工とし「掘削→モルタル吹付け→塩化ビニールパイプ引抜き→グラウト注入→補強材挿入→養生」の施工工程で逐次掘削した。補強ケース2の4段目掘削は、中央部分を施工後、埋め戻し、両側部分を施工後、載荷前に埋め戻し土を撤去する方法で施工した。

3.3 載荷段階 高分子繊維(2m×1.2m)にコンクリートブロック(20cm×30cm×15cm)を接着したものを1枚ずつクレーンによって載荷した。1段載荷による載荷荷重は2.35(kPa)であり、原則として破壊まで、最大15段(35.3(kPa))：盛土高さ2mに相当)載荷した。この方法により、載荷ブロックが盛土の変形に追従し、荷重が均等に載荷されるとともに、すべり面を固定しないようにした。

3.4 計測項目 本実験では、施工段階から載荷段階にわたり地中水平変位を多段式水平変位計、のり肩水平・鉛直変位を変位計、掘削面および地表面変位を光波測距儀、補強材軸力を軸力計でそれぞれ計測した。破壊後にすべり土塊を掘り出し、すべり面の確認を行った。

4. まとめ

予備試験結果をまとめると、以下のとおりである。

- ① 1層30cm仕上がりとするブルトータザ転圧により、崖錘層(N値=10程度)相当の均一な地盤が構築できた。
- ② 盛土は掘削勾配1:0.0で崩壊し、平均すべり面角度は 70° であった。このすべり形態と本実験の無補強ケースの載荷・破壊状況から逆算法により求めた地盤の強度定数は、 $c=11.3(\text{kPa})$ 、 $\phi=35^\circ$ である。
- ③ 本実験の地盤と補強材の周面摩擦抵抗は、補強材設置位置の土被り厚の増加に伴い増加する。

参考文献

- 1) 永吉他：地山補強土工法の実物大実験(その2)，土木学会第52回年次学術講演会（投稿中），1997
- 2) 田山他：地山補強土工法の実物大実験(その3)，土木学会第52回年次学術講演会（投稿中），1997

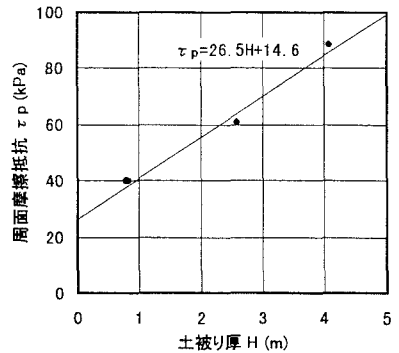


図-3 土被り厚と周面摩擦抵抗の関係図

表-3 盛土構築条件

ケース名	無補強	補強		
		ケース1	ケース2	ケース3
盛土材料	—	火山砂礫主体（粒径100mm以下）		
盛土高さ	—	5 m		
試験体の幅	—	5 m		
掘削深さ（1段当たり）	—	1, 4段目:1.3m, 2, 3段目:1.2m		
モルタル吹付け厚	—	5cm（金網あり）		
掘削勾配	1:0.3	1:0.0	1:0.0	1:0.1
補強材定着方式	—	全面定着方式		
補強材打設孔径	—	60mm		
補強材打設角度	—	水平から下方 5°		
補強材種類	—	異形鉄筋 SD345D25		
補強材打設間隔	—	1.2m×1.2m（格子配置）		
補強材長さ	—	2.0m	2.5m	1.5m

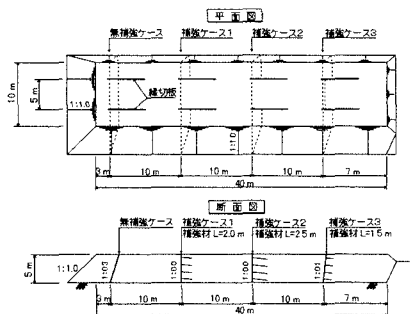


図-4 本実験概略図

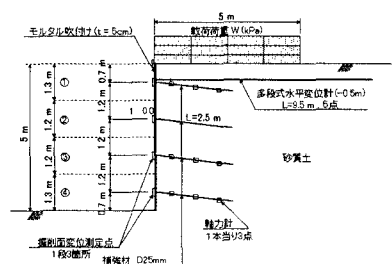


図-5 試験体断面図（補強ケース2）