

盛土に鉄筋挿入工を施工した際の引抜き効果

西日本高速道路エンジニアリング中国(株) 正会員 ○田原和貴 正会員 川波敏博 正会員 下野宗彦
西日本高速道路(株) 正会員 鈴木健太郎 正会員 村上豊和

1. はじめに

西日本高速道路(株)では、高速道路ネットワーク機能を長期にわたって健全に保つために大規模更新・修繕事業(以下、大規模修繕という)を実施している。盛土のり面では、浸透水排除工のみで当初の安定性が確保できない場合は、補強対策の一つとして「鉄筋等の挿入による補強土工」を採用している。「切土補強土工法設計・施工要領」¹⁾に準じて設計を行っているが、盛土での施工事例は少ない。本論は、大規模修繕にて盛土のり面に打設した鉄筋挿入工について、施工時に実施した引抜き試験結果を基に、盛土での引抜き耐力が設計値を上回っていることについてまとめたものである。

表 1 試験方法(要領³⁾抜粋)

試験方法の項目	引抜き試験
①試験本数	設計上の地質毎に3本を標準とする
②補強材の定着長	1m程度とする
③自由長部の処理	自由長部の周辺の注入材を引抜き抵抗として作用しないようにする
④最大試験荷重	使用する鋼材の降伏強度の90%以下とする
⑤載荷サイクル	単サイクル
⑥載荷方法	・原点荷重 5.0kN ・増加荷重のきざみ 10.0kN ・各段階での荷重保持時間 5min ・載荷速度 10.0kN/min

2. 引抜き試験について

引抜き試験は補強材の状態や設計に用いる補強材力を知るために有効な調査法であり、地山補強土工の様々な段階で、様々な目的のために実施される²⁾。本論では盛土での極限引抜き力を調べる目的で実施工に先立ち実施する引抜き試験を対象とする。表 1 に試験方法³⁾(抜粋)を示す。表 1 の条件により引抜き試験を行い、引抜き荷重を求め、極限周面摩擦抵抗値(以下、 τ 値)を算出した。これを設計上の τ 値と比較して評価を行った。

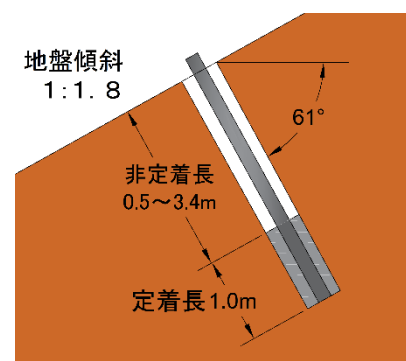


図 1 試験イメージ図

3. 試験概要

本論では、高速道路盛土を対象とした引抜き試験について述べる。対象盛土の表層は主に $\phi 10 \sim 60 \text{mm}$ 程度の角礫を含むまき土で構成される。試験イメージ図を図 1、試験概要を表 2 にまとめる。図 1 または表 2 に示すように、鉄筋はのり面に対して直交に打設し、非定着長の長さを変えて 9 本行った。定着長以外の非定着長部は注入材が影響しないように塩ビ管で防護し、先端をシールすることにより密閉した。引抜き試験の最大試験荷重は鋼材の降伏荷重(98kN)の90%である88.2kNとした。また、設計上の τ 値は「切土補強土工法設計・施工要領」⁴⁾を参照して盛土の平均 N 値である 10.1 から推定したところ、80.6kN/m²であった。設計上の τ 値から設計荷重を求めると 8.3kN となる。引抜き試験は削孔径 $\phi 65 \text{mm}$ で掘削後に D19 の鉄筋を挿入し、注入材(水セメント比 50%)を孔内に注入して 3 日間の養生を経て行った。

表 2 試験概要

試験番号	定着長(m)	非定着長(m)	頭部余長(m)	鉄筋長(m)	削孔径(m)	設計上の τ 値(kN/m ²)
①	1.0	0.5	0.1	1.6	0.065	80.6
②	1.0	0.5	0.1	1.6		
③	1.0	0.5	0.1	1.6		
④	1.0	2.0	0.1	3.1		
⑤	1.0	2.0	0.1	3.1		
⑥	1.0	2.0	0.1	3.1		
⑦	1.0	3.4	0.1	4.5		
⑧	1.0	3.4	0.1	4.5		
⑨	1.0	3.4	0.1	4.5		

キーワード：鉄筋挿入工、盛土、引抜き試験

連絡先(〒733-0037 広島県広島市西区西観音町 2-1 第 3 セントラルビル TEL : 082-532-1411)

4. 試験結果及び考察

引抜き試験により得られる荷重-変位量曲線を非定着長毎に図2(非定着長0.5m)、図3(非定着長2.0m)、図4(非定着長3.4m)に示す。勾配が急激に変化した区間を付着切れ区間と推定した。各試験番号においての付着切れ区間を点線で示す。結果として9本全ての試験において25kN～45kN間で付着切れが生じた。また、鉄筋の弾性係数 E を 200kN/mm^2 、断面積を 286.5mm^2 として荷重の増加に対する変位量の理論値を求めると各図中の赤色の直線のようになる。図2は理論値と試験結果に大きな乖離がある。非定着長が0.5mのように短いと理論値に沿わない傾向がみられた。これは、地表面付近は降雨などの外的要因を受けやすいことや土被りが薄く拘束力が弱いことなどが原因として挙げられる。図3、図4は弾性変形の範囲において3本中1本が理論値に近い値を示した。盛土であるため地盤が不均一であることや、グラウトの注入量が施工箇所により定着体に対する摩擦力のかかり方が異なることが考えられるため、同じ深度における結果でもバラつきがみられる。数少ないデータであるため、同様のデータの蓄積が行えれば、より詳述できるようになると考える。

引抜き荷重から求める極限周面摩擦抵抗 τ 値を算出して表3にまとめる。表3をみると、すべての試験で設計荷重8.3kNに対して引抜き荷重が上回り、引抜き荷重は設計荷重の約3～5倍であった。また、設計値の τ 値に対して試験での τ 値は約1.5倍～2.0倍以上の結果が得られた。つまり、盛土に施工する鉄筋挿入工について引抜き効果が得られることがわかった。また、当盛土は土被り厚による試験での τ 値に差はみられなかった。

5. まとめ及び今後の展望

本論は大規模修繕の一環で特定の盛土に対し、鉄筋挿入工の引抜き効果の検証を行ったものである。結果として鉄筋挿入工は切土だけでなく、盛土に対しても十分に引抜き効果が得られることがわかった。しかし、本論で述べた引抜き試験を行った盛土は砂質土を主体とする盛土の1ヵ所だけであることから今後は砂質土だけでなく、比較対象として砂礫や粘性土等が主体の盛土などで引抜き試験を行い、引抜き荷重や N 値などの諸元との相関を検証することが望まれる。

参考文献

- 1) 東・中・西日本高速道路(株), 切土補強土工法設計・施工マニュアル, 99pp, 平成19年1月
- 2) (社)地盤工学会, 地山補強土工法 設計・施工マニュアル p153-160, 平成23年8月
- 3) 東・中・西日本高速道路(株), 土工施工管理要領 p3-21, 平成29年7月
- 4) 東・中・西日本高速道路(株), 切土補強土工法設計・施工マニュアル, p33, 平成19年1月

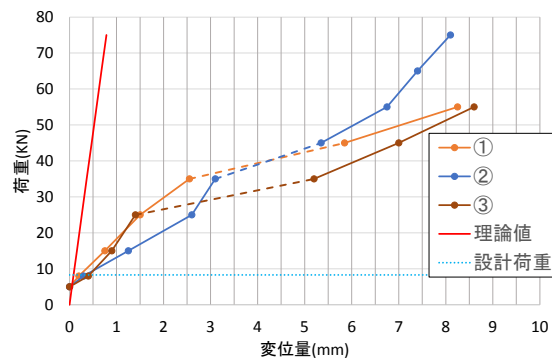


図2 荷重-変位量曲線(非定着長 0.5m)

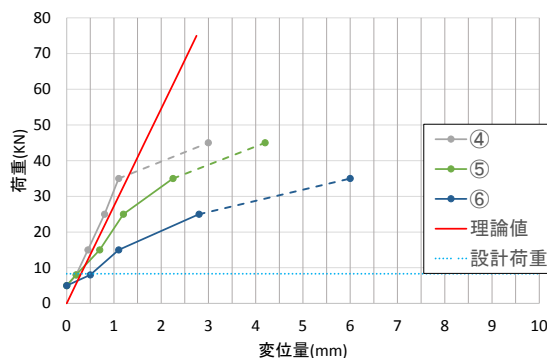


図3 荷重-変位量曲線(非定着長 2.0m)

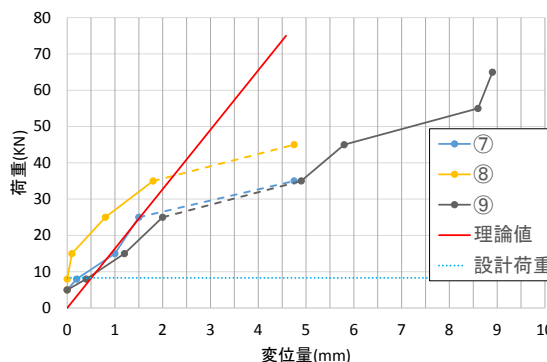


図4 荷重-変位量曲線(非定着長 3.4m)

表3 試験結果

試験番号	定着長 (m)	非定着長 (m)	引抜き荷重 (kN)		極限周面摩擦抵抗 τ 値 (kN/m^2)	
			設計値	試験値	設計値	試験値
①	1.0	0.5	8.3	35	80.6	171.4
②	1.0	0.5		35		171.4
③	1.0	0.5		25		122.4
④	1.0	2.0		35		171.4
⑤	1.0	2.0		35		171.4
⑥	1.0	2.0		25		122.4
⑦	1.0	3.4		25		122.4
⑧	1.0	3.4		35		171.4
⑨	1.0	3.4		25		122.4