

先端拡大補強材および鋼棒補強材の繰返し引抜き抵抗力

明石工業高等専門学校 正会員○鍋島康之
 岡三リビック (株) 正会員 小浪岳治
 岡三リビック (株) 正会員 林 豪人
 大日本土木 (株) 正会員 伊藤秀行

1. はじめに

先端拡大補強材は先端拡大部における支圧抵抗力により、周面摩擦抵抗力が小さい地盤においても斜面を安定させる効果が期待できるため、地震時における道路や宅地などの斜面崩壊に対して適用することを検討している。これまで、引抜き試験^{1), 2)}や斜面載荷試験³⁾により静的な引抜き力については調べられているが、繰返し引抜き時の変位や極限引抜き力については検討されてい

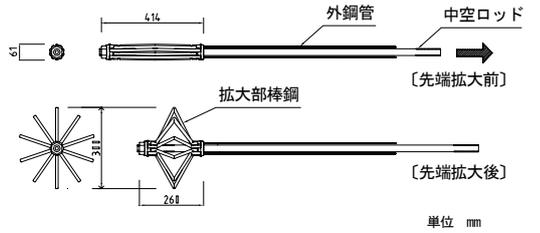


図-1 先端拡大補強材

かったため、鉛直に打設した先端拡大補強材の繰返し引抜き試験を実施し、繰返し載荷中の変位や繰返し載荷後の極限引抜き力について検討を行った。今回は先端拡大補強材と鋼棒補強材の繰返し引抜き載荷時の累積変位や繰返し載荷後に静的引抜きを行った際の極限引抜き抵抗を比較した。

表-1 試験ケースおよび試験条件

	繰返し荷重 (kN)	繰返し回数	載荷サイクル (min/回)	静的引抜き (kN/step)
case-A	静的引抜き試験(先端拡大補強材)			5.0
case-A1	10.2	20	2.0	5.0
case-A2	25.0			
case-A3	35.0			
case-A4	43.8			
case-B	静的引抜き試験(鋼棒補強材)			1.0
case-B1	5.8	20	2.0	1.0
case-B2	8.2			
case-B3	10.2			

2. 試験方法および試験条件

2. 1 補強材および実験土槽

図-1 は先端拡大補強材の概要である。拡大部は 10 本の棒鋼で構成され、外鋼管を反力として中空ロッドを引張ることにより、棒鋼が外周直径 300mm の放射状に拡大する。また、中空ロッドを利用し、補強材先端および拡大部にグラウトを注入できる。

繰返し引抜き試験は(独)土木研究所の土工実験棟実験土槽に盛土を構築して実施した。盛土は動的コーン貫入試験によって地盤性状を確認しながらできるだけ均質な地盤になるよう施工した。盛土の平均含水比は 14.8%、平均湿潤密度は 1.896g/cm³であった。この盛土に直径 65mm、長さ 1400mm の孔を削孔し、1000mm の先端拡大ならびに鋼棒補強材を鉛直に設置し、先端拡大補強材は油圧ジャッキを用いて先端を拡大させ、水セメント比 50% のグラウト材を注入した。引抜き荷重はセンターホール型ロードセルで、引抜き変位は変位計を 2 箇所を設置して計測した。

2. 2 試験条件および試験ケース

今回の引抜き試験では手動油圧ポンプを使用しているため、繰返し載荷では各繰返し荷重を 2 分間隔で上昇させた後、急速に除荷する方法を採用し、繰返し回数は 20 回とした。次に繰返し載荷後に、引き続き静的引抜き試験を実施した。繰返し載荷後の静的引抜き試験は、事前に行った静的引抜き試験結果 (case-A, B) から得られた極限引抜き荷重(先端拡大補強材 51.1kN, 鋼棒補強材 11.6kN)を 10 段階に分割した値を基準とし、各載荷段階を 5 分毎に増加させるステップ載荷(先端拡大補強材 5.0kN/step, 鋼棒補強材 1.0kN/step)とした。表-1 は今回実施した繰返し試験の試験ケースおよび試験条件である。

キーワード 先端拡大補強材, 引抜き抵抗, 繰返し載荷, 累積変位

連絡先 〒674-8501 兵庫県明石市魚住町西岡 679-3 明石工業高等専門学校都市システム工学科 TEL 078-946-6170

3. 試験結果

図-2は case-A および case-B の引抜き抵抗力と変位の関係である。鋼棒補強材では比較的小さな変位で極限引抜き力に達するが、先端拡大補強材では変位の増加とともに引抜き抵抗力が増加することがわかる。また、図中の矢印は極限引抜き力を示す。極限引抜き力は先端拡大補強材の方が鋼棒補強材よりも約 5 倍程度大きな値となった。次に、図-3 は case-A4 と case-B3 の繰返し載荷および載荷後の静的引抜き試験における引抜き力と変位の関係である。繰返し荷重比はほぼ同じ程度にもかかわらず、繰返し載荷中の累積変位は明らかに鋼棒補強材の方が小さい。また、繰返し載荷後の極限引抜き力は静的引抜き試験の引抜き力とほぼ同程度の値を示すことから、今回の引抜き試験条件では繰返し載荷履歴による引抜き力に低減が見られなかった。しかし、鋼棒補強材の引抜き力-変位関係は繰返し載荷履歴を受けていない場合の引抜き力-変位関係と比べて、脆性的な挙動が顕著に見られる。そして、図-4 は繰返し載荷による累積変位である。明らかに全ての繰返し荷重比に対して鋼棒補強材の方が先端拡大補強材に比べて累積変位が小さいことがわかる。以上のことから、先端拡大補強材は大きな変形にも追従して抵抗力を発揮するのに対して、鋼棒補強材は脆性的な補強効果しか期待できないことが伺える。最後に、今回の試験結果一覧を表-2 に示す。

4. まとめ

先端拡大補強材ならびに鋼棒補強材の繰返し引抜き載荷中の累積変位および繰返し載荷後の引抜き抵抗力を比較した。その結果、繰返し載荷履歴による極限引抜き力の低減は見られなかったが、繰返し載荷中の累積変位については先端拡大補強材と鋼棒補強材で明らかな差が見られた。

【謝辞】本研究は(独)土木研究所施工技術チームの試験サイトを借用して実施した。実施に際してご協力を頂いた土木研究所の関係各位に対して感謝いたします。

【参考文献】1) 小浪, 川原, 伊藤: 先端拡大補強材の土中引抜き

強度, 第 59 回土木学会年次学術講演会概要集, 第Ⅲ部門, 161-162, 2004. 2) 林, 小浪, 伊藤, 齋藤: 土中に水平打設された先端拡大補強材の引抜き強度特性, 第 41 回地盤工学研究発表会発表論文集, 1841-1942, 2006. 3) 伊藤, 齋藤, 小浪, 林: 先端拡大補強材の斜面載荷実験, 第 41 回地盤工学研究発表会発表論文集, 1837-1838, 2006.

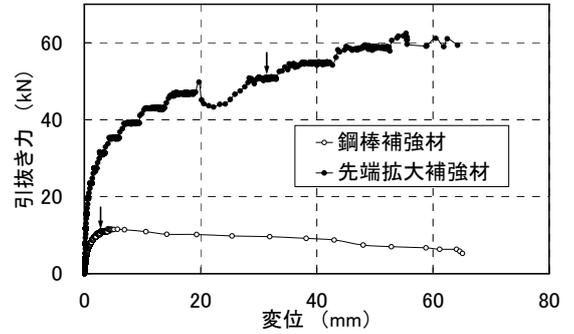


図-2 引抜き力-変位関係

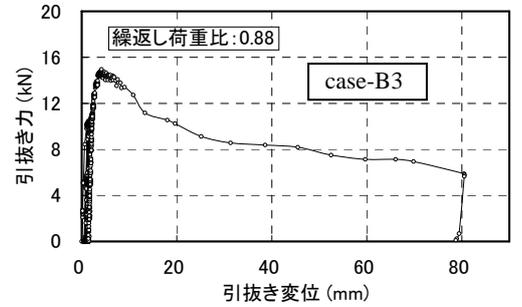
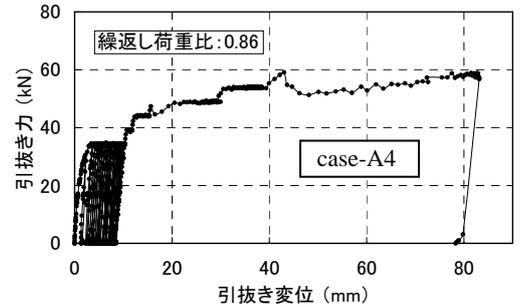


図-3 繰返し載荷および載荷後の引抜き力-変位関係

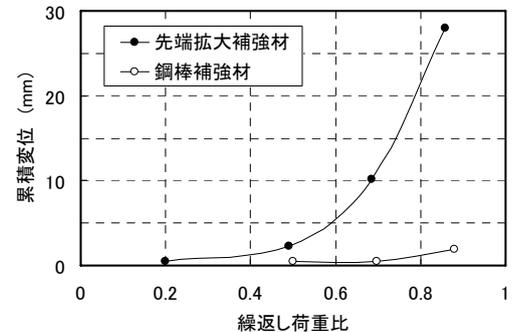


図-4 繰返し載荷による累積変位

表-2 試験結果一覧

	繰返し載荷			静的引抜き	
	繰返し荷重 (kN)	繰返し荷重比	累積変位 (mm)	極限引抜き力 (kN)	極限引抜き変位 (mm)
case-A	—	—	—	51.1	33.0
case-A1	10.2	0.20	0.5	46.8	33.2
case-A2	25.0	0.49	2.3	53.8	32.1
case-A3	35.0	0.68	10.1	55.2	31.5
case-A4	43.8	0.86	28.0	59.0	41.2
case-B	—	—	—	11.6	4.5
case-B1	5.8	0.50	0.45	14.2	4.8
case-B2	8.1	0.70	1.28	13.8	4.3
case-B3	10.2	0.88	1.97	15.0	4.2