先端拡大型補強材の加圧注入効果

大日本土木㈱　正会員　○中谷　登
大日本土木㈱　竹村　佳真
岡三リビック㈱　正会員　林　豪人

１．はじめに

補強材の先端部を土中内で拡大できる構造を有する先端拡大型補強材[1)]は、従来の鉄筋挿入工に比べて補強材先端の支圧効果を期待できるため比較的緩い地盤において補強材打設数量を減じたり、補強材長を短くできる．先端拡大型補強材は、擁壁の老朽化に対する補修工事や耐震補強工事に用いられる事例が増加しているが、地山補強土工法として開発されたため、擁壁補強として適用する際に擁壁裏面の透水層に栗石や単粒砕石など透水性能が高い材料が使用された条件では、透水層でグラウトが散逸するなどの課題があった．そのために、透水層部分にパッカーを設けてグラウトが散逸することを防止するとともに、拡大部や補強材周辺にグラウトを加圧充填できる構造への改良を検討している．本報では、先端拡大型補強材のグラウト加圧注入による効果を確認するために実施した試験施工や引抜き試験結果について報告する．

２．試験概要

１）先端拡大方式の変更

加圧注入に対応するため、先端拡大方式を変更した．先端拡大型補強材は棒鋼で構成される先端拡大部（写真-1）と鋼管であるロッド部により構成されている．従来の先端拡大方式を図-1 に示す．削孔済みの孔に補強材を挿入したのち、仮設材である外鋼管を設置し、これを押し込むことによって、先端拡大部の棒鋼が圧縮され、外周直径 300mm の放射状に拡大する．この方式では外鋼管を設置するためにパッカーをロッドに取付けることが不可能なため、外鋼管を用いない図-2 の方式に変更した．外鋼管の代わりに PC 鋼棒をロッド内部に挿入し、PC 鋼棒と先端拡大部をネジ結合し、ロッドを反力として PC 鋼棒を引っ張ることによって先端拡大を行う．

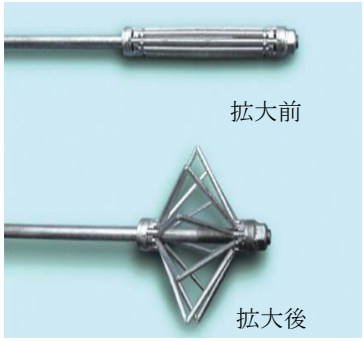

写真-1　先端拡大部

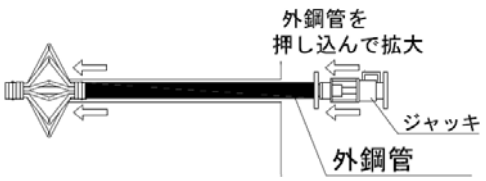

図-1　従来先端拡大方式

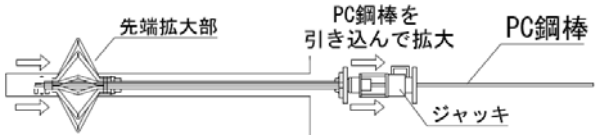

図-2　変更先端拡大方式

２）試験施工

図-3 に示すようにプレキャスト L 型擁壁を土留めとした試験盛土を作成し、擁壁前面から先端拡大型補強材を打設した．試験盛土は関東ロームを使用し、敷均し厚さ 30cm ごとに 2 地点ポータブルコーン貫入試験を実施し、q_c=500kN/㎡程度となるよう管理した．透水層には砕石（RC-40）を用いた．

試験施工は拡大方式の違い、グラウトの加圧注入の有無などの条件を変化させて実施した．

グラウトの加圧注入は、布パッカーを透水層に設置し、パッカー内にグラウトを注入して孔を閉

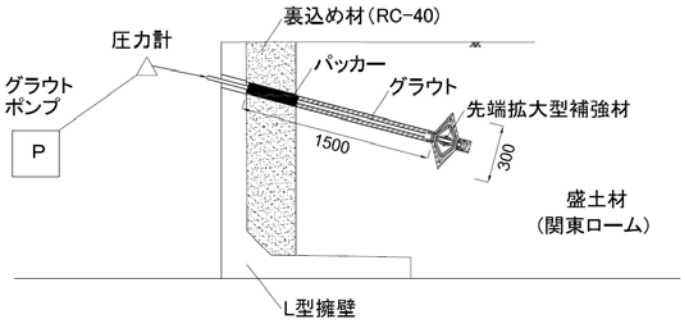

図-3　試験施工断面図

キーワード　補強土工法，引抜き試験，擁壁
連絡先　〒160-0023　東京都新宿区西新宿 6-16-6　大日本土木㈱　土木技術部　ＴＥＬ03-5326-3939

塞した後、中空ロッドを通じて先端拡大型補強材先端からグラウトを注入し、圧力計が 0.2Mpa となった時点で圧力を保持する方式で実施した．グラウトの使用材料と配合を表-1 に示す．グラウトの品質規格は P 漏斗流下時間で 10～18 秒、圧縮強度 24kN/mm² である．試験項目は補強材の引抜き試験、試掘による先端拡大部およびロッド周辺部の造成径の測定、先端拡大部のグラウト充填状況の確認である．

表-1 グラウトの配合と使用材料

配合			
W/C(%)	W(kg/m³)	C(kg/m³)	SP(kg/m³)
50	590	1230	24.6
使用材料			
C:早強ポルトランドセメント SP:高性能減水剤			

３．試験結果

１）引抜き試験結果

引抜き試験結果を図-4 に示す．変更後の拡大方式で施工した先端拡大型補強材は、従来の方式で施工したものとほぼ同等の最大引抜き荷重となり、拡大方式の違いによる補強材引抜き耐力への影響は少ない結果となった．グラウトの加圧注入を行った先端拡大型補強材は、無加圧のものに比べ最大引抜き力が 1.8 倍程度に増加している．これは、グラウトを加圧注入することにより、地盤との付着力が増加することやグラウトの充填性が向上して地盤に噛み合いやすくなったためであると考えられる．

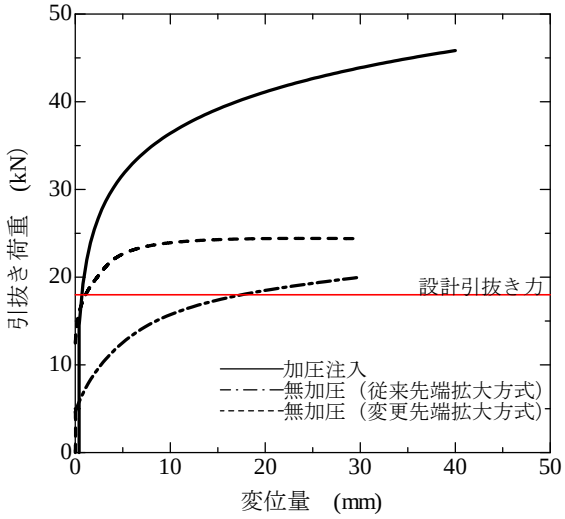

図-4 引抜き試験結果

写真-2 掘り出した先端拡大型補強材

先端拡大型補強材の引抜き抵抗力は、土とグラウト材の周面摩擦抵抗力と、先端拡大部による支圧抵抗力の和を設計値としている[1)]．無加圧の最大引抜き荷重は設計値の 1.1～1.3 倍程度であるが、加圧の最大引抜き荷重は設計値の 2.5 倍程度となった．

２）掘り出し測定結果

引抜き試験後に試験盛土から掘り出した先端拡大型補強材を写真-2 に示す．掘り出した先端拡大型補強材の先端拡大部の径とロッド周りのグラウト径を測定した結果を表-2 に示す．加圧注入した先端拡大型補強材のロッド周りのグラウト径は、削孔径 100mm の 1.1 倍となり、無加圧のものと比較すると 12%程度大きくなった．先端拡大部の径は加圧の有無により変化しないものの、加圧したもののほうが拡大部内部にグラウトがよりよく充填されていることを目視により確認した．

表-2 先端拡大型補強材のグラウト径

	ロッド周りグラウト			先端拡大部		
	径(mm)	設計に対する比率	無加圧に対する比率	径(mm)	設計に対する比率	無加圧に対する比率
無加圧ケース	98	0.98	1.00	300	1.00	1.00
加圧ケース	110	1.11	1.12	300	1.00	1.00

４．まとめ

先端拡大型補強材の加圧注入効果を検討した結果、無加圧に比べ加圧したものは最大引抜き力が約 1.8 倍となり、ロッド周りのグラウト径が 12%程度増加する結果となった．また、加圧注入することにより先端拡大部のグラウト充填性が向上することが確認できた．今後はさらにデータの分析や設計法との比較など実施し、加圧注入効果や設計法の検証などを進めていく所存である．

参考文献

1) 林豪人・小浪岳治・伊藤秀行・齊藤知哉：土中に水平打設した先端拡大型補強材の引抜強度特性，第 41 回地盤工学研究発表会 921，2006.