

先端プレロード場所打ち杭の注入材の改良と注入量の評価

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○大塚 隆人
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 川中島 寛幸
 住友大阪セメント株式会社 正会員 吉原 正博

1. はじめに

先端プレロード場所打ち杭は、鉄筋かごの杭先端に注入バックを設置し、コンクリート打込み後に、地上から注入材をバックに加圧注入することで、掘削時に緩められた杭先端地盤にプレロードを与える工法である。杭先端支持力を向上させることから同径の場所打ち杭よりも杭径が縮小可能で、不同沈下を抑制することにより地中梁を省略できる等の優位点がある。本稿では、プレロード用の注入材として、より注入しやすく、加圧を確実にできる材料の検討とその評価を行ったので報告する。

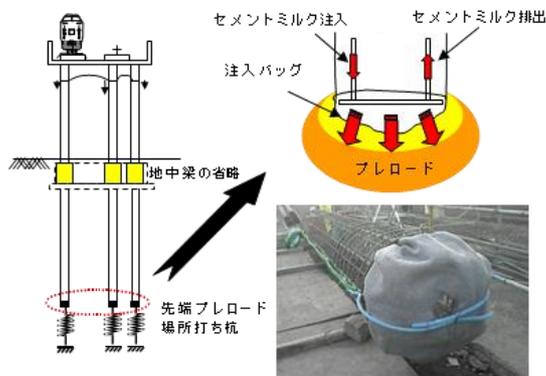


図-1 先端プレロード杭イメージ

2. 新しい注入材の性能

2.1 従来の注入材の課題

プレロードに用いる注入材は、支持地盤以上の強度を有し、ブリーディングが少なく、適度な流動性を有するものとしてこれまでセメントミルクを使用してきた。従来の注入材は、想定以上の注入量となる事例がありバック外へ多少流出していることがあると考えられるうえ、万一多量に流出し注入圧力が上がりにくい状況では、杭先端周辺の地盤を固化するため非常に多くの注入量が必要になるなどの課題があった。また、特に近年施工件数が増えている大口径杭への対応から、注入時にバックやホースへの目詰まりを防ぎ、均等に充填可能な高い流動性が求められた。

2.2 新しい注入材の配合および物性

今回検討した注入材は、粒度を調整した流動性の高い注入材で、地盤に浸透しにくい特性を有している。地盤への非浸透特性によりバック外への流出時も周辺地盤への拡散を防いで流出量を抑え、かつ所定のプレロード加圧が可能となる。新注入材の配合例を表-1、室内試験で測定した物性を表-2、従来との比較を表-3に示す。従来と同様、支持地盤強度以上でノンブリーディングの材料とし、フロー値(Pロート流下値)はより流動性が高いものへと改良を行った。

2.3 性能確認試験

プレロード载荷に必要な性能として、施工時圧送性、バック内の通過、地盤への加圧性能を試験で確認した。

(1) 施工時圧送性確認試験

施工時の圧送性を確認するため、図-2のように杭長40m程度を想定した長さ100mの注入ホース(内径19mm、樹脂製)を用いてポン

表-1 新注入材の配合例(1m³あたり)

高炉セメントB種(kg)	水(kg)	調整材*(kg)
581	465	930

※ 分離抵抗材、粒度調整材、減水剤をプレミックス

表-2 新注入材の物性(室内試験値)

比重	フロー値*1(秒)	ブリーディング率*2(%)	圧縮強度(N/mm ²)	
			7日	28日
1.97	23	0.3	11.9	18.1

※1「JSCE-F521-1999 プレバックドコンクリートの注入モルタルの流動性試験方法」による

※2「JSCE-F522-2007 プレバックドコンクリートの注入モルタルのブリーディング率および膨張率試験方法」による

表-3 従来の注入材との比較

項目	従来の注入材	新注入材
圧縮強度	支持地盤強度(15N/mm ²)以上	
ブリーディング	ほぼノンブリーディング(0.5%以下)	
比重	1.67~1.77程度	1.90~1.99程度
フロー値	25~60秒	16~40秒
圧力保持	沈下防止: 1.0MPa×10分	
	支持力向上: 1.5MPa×10分	

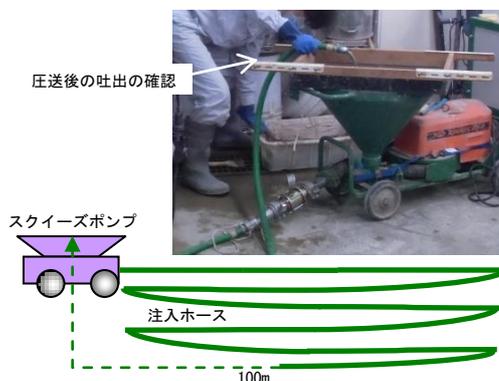


図-2 施工時圧送性確認試験

キーワード 場所打ち杭, 先端強化型, プレロード, 注入

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道(株) TEL 03-5334-1288

プにより圧送を行った結果、目詰まり等なく圧送が可能であった。また、大口径杭φ2800程度の注入時間(約30分)経過後の状況を確認するため、圧送を1度確認してから30分静置後再注入を行った際にも注入材の排出を確認した。流動性(フロー値)と密度を計測した結果、表-4のように30分後経過後でも流動性の低下は小さく、従来の材料と比較しても高いレベルの流動性を保つことを確認した。

(2) バック内の通過確認試験

注入材のバック内への通過を確認するため、注入バック内を模擬して設置した板の間に間隔保持材(板状透水性材)を挟み込んだ図-3の試験機の間へ新注入材を流し込んだ。間隔保持材とは、注入材がバック全体に行き渡るよう、バック内に敷設した板状透水性材構造である。結果は、試験機を多少傾けるだけで注入材を加圧することなく試験機の間を通過させることができ、実施工での加圧注入時はバック内への通過が容易となることを確認した。

(3) 地盤への加圧性能確認試験

注入材が例えバック外へ流出したとしても、周辺地盤へ拡散せず杭先端地盤への加圧を可能とするため注入材の非浸透性を確認するものであり、アクリル材で製作した円筒形容器内で礫質土を想定した最大粒径10mm、 $D_{15} \approx 2.5\text{mm}$ 程度の模擬地盤に注入材を加圧注入し、地盤への浸透状況を確認した。図-4に示すように、加圧開始後、不透水膜が形成されることで新注入材は下方の地盤へは浸透せず、支持力の向上に必要な1.5Mpa加圧された状態を10分保持でき、新注入材は地盤への非浸透性と加圧性能がある点を確認した。

3. 新注入材の注入量の評価

これまで、新注入材での施工を6現場57本実施^{*}した。表-5のように様々な杭種で、バックやホースへの目詰まり等、プレロード作業に起因する不具合は発生しておらず、φ2800mmの大口径杭でも所定のプレロード管理を行うことができた。

また、注入量を管理するとき、設計注入量(バック厚さ100mm相当の注入量)を目安として施工しており、その設計注入量に対する実施工での注入量の割合は、従来の注入材での施工495本と工法別に平均をとり比較すると、表-6のように各工法それぞれで新注入材での注入量の割合の方が減っており、バックからの注入材流出が抑えられているものと推測される。

4. まとめ

本工法は、これまで3,100本以上^{*}の施工実績を数えるようになった。今後は、蓄積してきた施工データを精査し、さらなる品質向上、コストダウンを目指し取り組んでいくとともに、杭の沈下抑制および先端支持力向上を図る効果的な方法として適用範囲をさらに拡大していきたい。(※ 施工本数は2014年3月現在)

参考文献

- 1) 泉 他：先端プレロード場所打ち杭工法における注入材料について，土木学会第67回年次学術講演会，2012.9

表-4 圧送後における注入材の性状

項目	比重	フロー値(秒)
圧送前	1.98	21.40
圧送後	1.99	23.13
30分経過圧送時	1.99	28.74

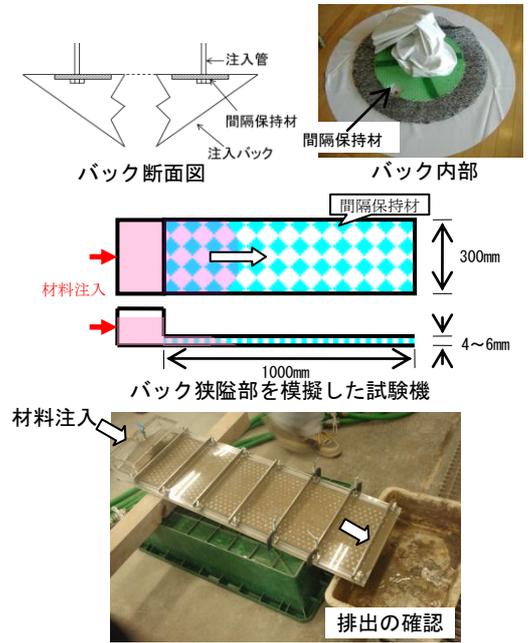


図-3 バック内の通過確認試験



図-4 新注入材での加圧性能確認試験

表-5 新注入材による施工実績

No.	工法	杭径(m)	掘削長(m)	本数(本)
1	リバース	φ1400	20.8~22.8	10
2	リバース	φ1800	21.2	2
3	リバース	φ2800	25.7	1
	オールケーシング	φ2800	24.5	2
4	オールケーシング	φ1300	10.5	2
		φ1500	13.5~14.5	2
5	オールケーシング	φ1300	25.2	4
6	アースドリル	φ1200	12~12.6	34
合計				57

表-6 工法別平均注入率(実施工/設計注入量)

工法	新注入材		従来の注入材	
	本数(本)	注入率(実/設)	本数(本)	注入率(実/設)
リバース(TBH含む)	13	68.7%	238	89.7%
オールケーシング	10	41.9%	194	74.7%
アースドリル	34	87.3%	63	96.2%