

動的注入試験の現場試験報告

竹村宗能*
村田修**
駒延勝広***

はじめに

山陽線宮島口～大野浦間の中央架道橋新設工事はB R工法で函体を牽引し、延長17.8m、幅21.0m、高さ8.5mのボックスカルバートを新設するものであり、発進到達立坑の仮設に伴って掘削底盤に止水及び盤ぶくれ防止の目的で薬液注入を要する。

JR総合技術研究所等で開発中の薬液注入における動的注入工法¹⁾は、注入速度を変化させながら注入を行うものであり、既に粘性土地盤において従来工法よりも良好な改良効果が得られるこ

とが、現場試験で確認されている。

今回、当現場の地盤が均質な礫混じり砂であることから、砂質土地盤における適用性を検討することを主目的として動的注入工法による現場試験を行ったのでここに報告する。

1. 現場の地質

注入試験を実施したGL-4.7～-5.7m付近はN値30前後の均質な礫混じり砂であり、透水係数が高い地盤である。一般には、浸透注入（=土粒子の配列を変えないで間隙を薬液で充填する）を

主体とした注入形態となることが予想される。現場の平面図、断面図を図-1に、現場土質柱状図と注入位置断面図を図-2に示す。

2. 現場注入試験

注入試験は、従来工法と図-3に示すように注入速度を変化させた動的注入工法について表-1に示す6ケース実施した。平均注入速度は10ℓ/minを基本とし、施工能率向上の可能性を調べるために12ℓ/minでの注入を行った。速度振幅と周波数については、これまでの模型実験等で実績のある値とした。1ステップ当たりの注入量は100ℓとし、0.25mピッチで4ステップ、総注入量で400ℓとした。設計

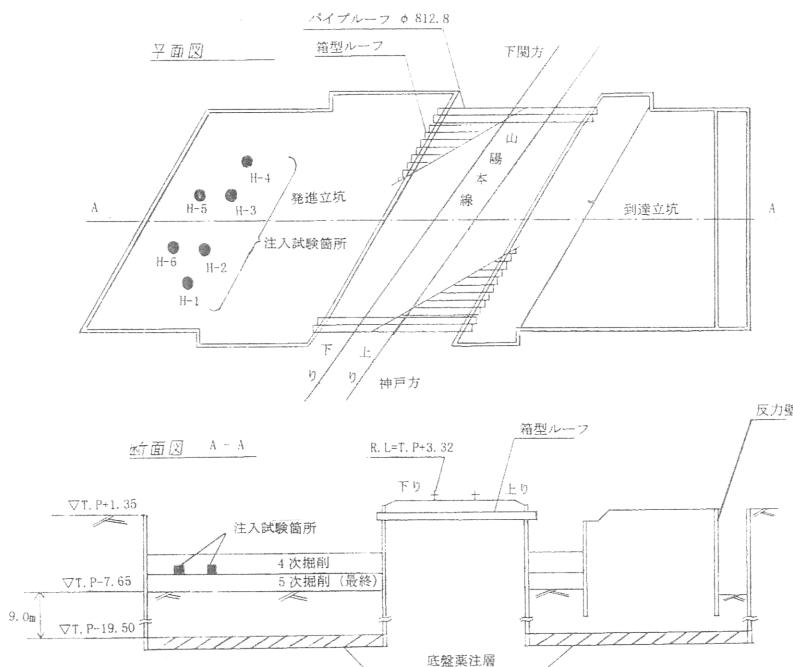


図-1 現場平面図と断面図

* JR西日本 大阪建設工事事務所広島工事所
施設技術係

** JR総合技術研究所 構造物技術開発事業部 部長
*** ライト工業(株) 工事第一部

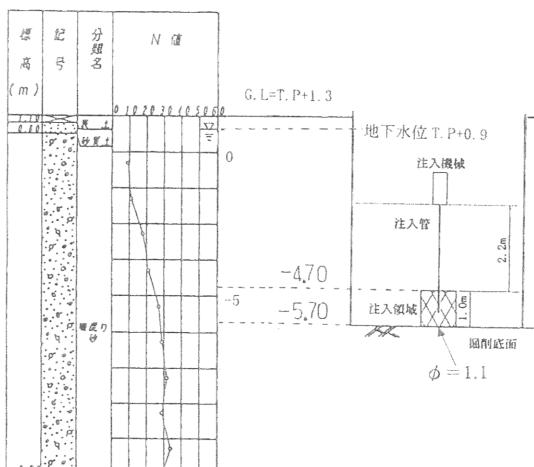


図-2 土質柱状図と注入位置断面図

上は、直径1.1m、高さ1.0mの円柱体ができる注入量である。注入方法は瞬結－二重管単相、緩結－二重管複相とし、複相注入での注入量の比率は、瞬結：緩結＝1：3とした。注入効果の確認は、現場の掘削時期に併せて注入試験の約1カ月半後に行った。以下、その結果を示す。

3. 効果確認試験

(1) 固結体の形状の観察

写真-1に固結体の形状の一例を示す。また、固結体の側面形状を4方向から写真撮影し輪郭をトレースした結果を図-4に示す。写真は動的注入の例であるが、ほぼ円柱に近い形状であり設計に近い改良が行われていることがわかる。また、図をみても従来工法(H-1、H-2、H-5)は、各々の測線が重ならずばらつきが大きいひつな形になっているのに対して、動的注入工法(H-3、H-4、H-6)は各々の測線がほぼ重なっていることがわかる。



写真-1 固結体形状の一例

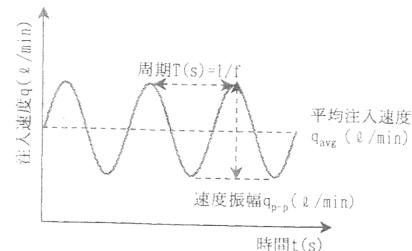


図-3 動的注入工法の概念図

表-1 実験ケース

実験 ケース	注入 方法	ゲルタイム	注入 形態	平均注入速度 (l/min)	速度振幅 (l/min)	周波数 f(Hz)
H-1	従来	2~3秒	二重管単相	10	—	—
H-2	従来	約60分	二重管複相	10	—	—
H-3	動的	約60分	二重管複相	10	2.0	0.1
H-4	動的	2~3秒	二重管単相	10	2.0	0.1
H-5	従来	2~3秒	二重管単相	12	—	—
H-6	動的	2~3秒	二重管単相	12	2.4	0.1

は、各々の測線が重ならずばらつきが大きいひつな形になっているのに対して、動的注入工法(H-3、H-4、H-6)は各々の測線がほぼ重なっていることがわかる。

(2) 注入形態

固結体断面の観測により、注入形態を調べてみた。図-5に示すように瞬結タイプのケースについては割裂脈が多く発生しており割裂浸透注入となっていることがわかった。

割裂脈の本数は動的注入(H-3、H-4、H-6)の方がかなり多く、その分布についても従来工法(H-1、H-2、H-5)では、ある特定の方向に進展する傾向があるのに対して、動的注入工法では多方向に分散し薬液の逸走が生じる。

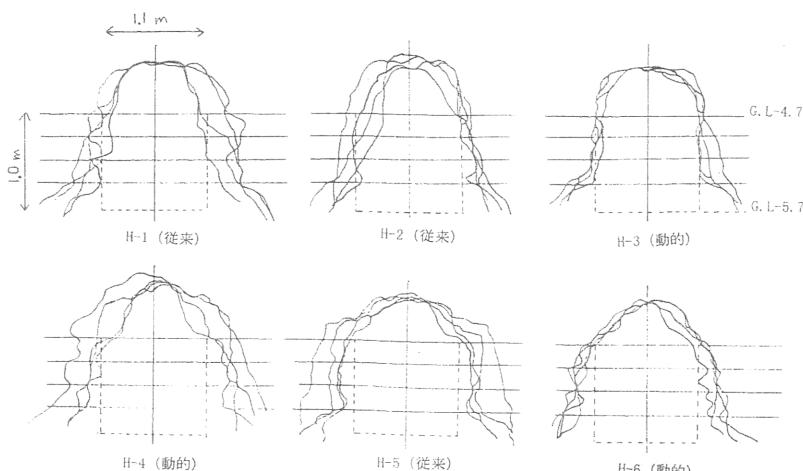


図-4 固結体の側面形状

くくなっていることがわかる。緩結タイプにおいて、割裂脈が発生しているのは初期注入の瞬結薬液であると考えられる。

(3) 一軸圧縮試験

固結体よりサンプリングした供試体による一軸圧縮試験での応力ひずみ曲線を図-6に示す。全体的にみると、強度の面で動的注入工法の方が優位であり改良効果が大きくなると考えられる。また、H-1とH-6の比較において強度がほぼ同等であることから、動的注入工法では注入速度を

2割程度増加させても、従来工法と同等程度以上の改良効果が得られる可能性があることがわかった。

当現場の発進到達立坑仮設に伴う薬液注入（総注入量979m³）において注入速度を2割増加させて行ったと仮定すると、約400万円のコスト削減と6日程度の施工日数減が可能である。

4.まとめと今後の方向性

砂質土地盤に対する適用性を検討することを目的として、動的注入の現場試験を行った結果、当現場条件において得られた所見を以下にまとめる。

- ・動的注入工法は従来工法に比べ、固結体形状がほぼ均一な円柱となり、設計に近い改良効果が得られる。
- ・砂質土地盤において割裂浸透注入となる場合でも、動的注入では割裂脈の本数を多く形成するため、複合地盤としての強度が強く、従来工法よりも優位である。
- ・注入速度をある程度増加させても、従来工法と同等の改良効果が得られる可能性があることから、施工能率の向上、コスト削減が図れる。

今後、さらに現場試験を重ね今回の結果を実証し、実用化を目指していく予定である。

最後になりましたが、当現場試験の計画から実

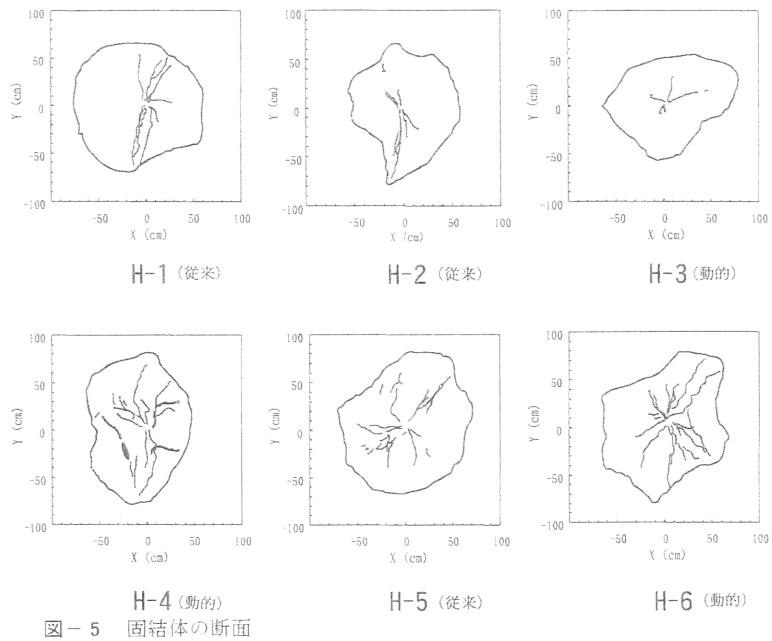


図-5 固結体の断面

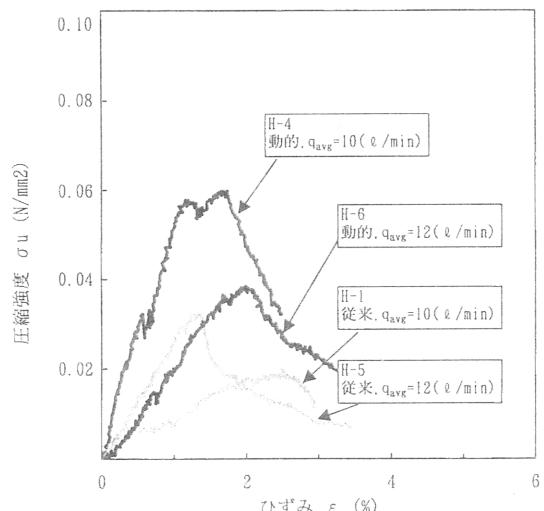


図-6 一軸圧縮試験 応力-ひずみ曲線

施に至るまで多大なご協力を頂いた関係者の皆様に謝意を表します。

〈参考文献〉

- 1) たとえば、駒延・村田・大河内：「動的注入工法の開発」『建設技術 in 北陸』 1998.10
- 2) 駒延・村田・大河内：「新しい薬液注入工法」『日本鉄道施設協会誌』 1999.1