

脈状地盤改良用薬液注入材に関する研究

ライト工業
鉄道総合技術研究所
東日本旅客鉄道

正会員
正会員
正会員

○大西 高明
井澤 淳
水野 弘二

1. 緒言

近年、大規模地震の発生が危惧されており、埋立地や河川近傍などの軟弱地盤に人口密集地を抱える都市部の大規模な液状化被害が想定されている。早急な液状化対策が急務であるが、従来の液状化対策工法は液状化地盤全体を改良する工法が多く、特に鉄道軌道や河川護岸等の長距離区間の対策には多額の対策費用が必要であった。また、従来の液状化対策工法の施工機械は大型のものが多く、狭隘箇所での施工が困難であった。これらの課題に対し、筆者らは低注入率の液状化対策工法である脈状注入工法の開発を進めてきた。脈状注入工法は、Fig. 1 に示すように、地盤内液状化層に多数の脈状固化体を薬液注入工法により形成させ、脈状固化体形成時の地盤の押し広げによる圧密効果により周辺地盤の密実化を図り、地盤の液状化抵抗を増大させるものである。

本工法では、地盤内に効率的に多数の改良脈を形成させることが必須であるが、施工面からは、動的注入を用い、Fig. 2 のように割裂、ゲル化を繰り返して多方向への改良脈を形成させる。一方、薬液面からは、多方向への改良脈を形成させるために、動的周期に合わせたゲルタイムの設定や、地盤を押し広げるためのマッドフィルム形成能、長期的な対液状化性能を継続させるための固化物長期安定性能等が要求され、本件では、これらに対する試験結果を報告する。

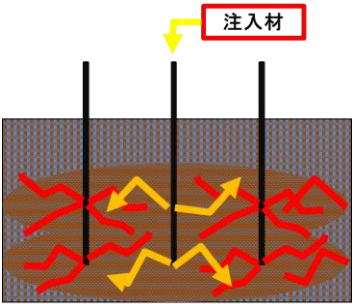


Fig. 1 脈状注入の概念図

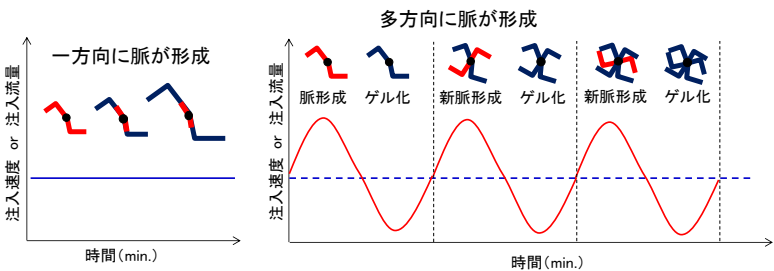


Fig. 2 定量注入と動的注入による改良脈の形成

2. 注入薬液基本組成

本工法で使用する薬液注入材は、固化物の耐久性やゲルタイムの調整能等の観点から、主材として高炉スラグ粉体を使用し、反応材として、第2族元素水酸化物、アルカリ金属ケイ酸塩を採用している。これまでの注入試験より、動的周期は10～30秒程度で多数の改良脈が形成されることが確認されているが、薬液のゲルタイムは動的周期に合わせて、数秒～1分程度が要求される。短いゲルタイムの薬液の注入であることから、本工法では注入先端で2液の薬液を混合する2ショットタイプを採用し、A液として、高炉スラグ粉体、第2族元素水酸化物懸濁液を、B液として、アルカリ金属ケイ酸塩希釈液を用いている。反応材として用いている第2族元素水酸化物の配合量や元素種を変化させることにより、ゲルタイムを5秒～3分程度までコントロールすることが可能であることが確認された。薬液の配合例をTable 1に示す。

Table 1 脈状注入材配合 (1 m³)

	A液 (500 L)			B液 (500L)		ゲルタイム
	高炉スラグ	第2族元素水酸化物 S	第2族元素水酸化物 L	混和剤	ケイ酸アルカリ	
配合①	300 kg	120 kg		2 L	125 L	5-8 sec
配合②			120 kg			20-25 sec
配合③			80 kg			50-60 sec

キーワード 脈状注入, 注入材, 耐久性

連絡先 〒300-2658 茨城県つくば市島名 4090 ライト工業 R&D センター TEL 029-846-6175

3. 薬液非浸透性確認試験

効率よく地盤を割裂し、地盤を圧密するためには、注入材が割裂表面にマッドフィルムを形成しなければならない。本薬液が、非浸透性性能を保持しているかを、一次元浸透試験で確認した。φ52 透明塩ビ管に飯豊 5 号ケイ砂を充填し、上下に通し砂として鹿島 1 号ケイ砂を敷き、20kPa～500kPa に昇圧しながら、Table 1 内配合①A 液を注入した。加圧後の飯豊 5 号ケイ砂の浸透距離は 1 cm であった。なお、A+B 液は数秒でゲル化するため、A 液のみで試験をおこなった。透過水量データを Fig. 3 に、薬液試験後の試験体を Fig. 4 に示す。

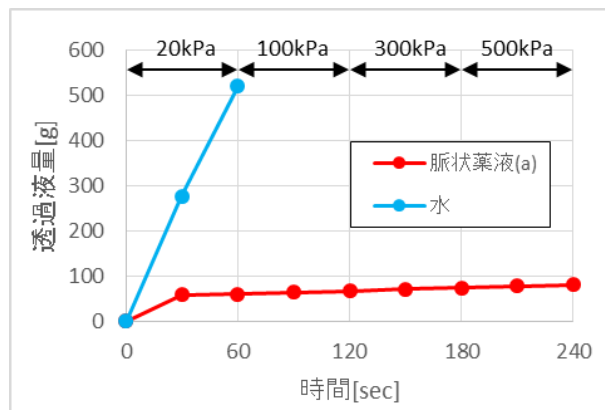


Fig. 3 一次元浸透試験透過液量経時変化

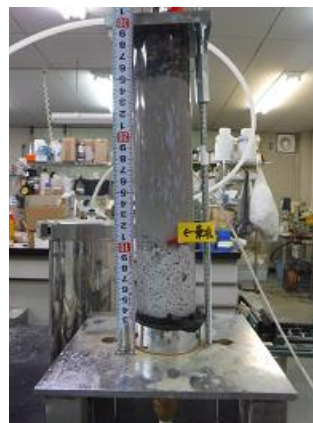


Fig. 4 薬液浸透試験後試験体

4. 薬液固化物の耐久性

Table 1 中配合①薬液ホモ固化物に対して、収縮率試験、シリカ溶脱率試験、一軸圧縮強度試験の経時変化を測定した。収縮率試験は 250ml 容 PP 製メスフラスコ内に約 125ml の薬液を固化させ、標線までの添加純水量を各材令で測定し、固化物体積を測定した。また、シリカ溶脱率試験は、収縮率試験で排出された水のシリカ濃度を測定した。一軸圧縮強度は、純水を満たした 500ml 密閉容器にφ50×H100 供試体を水没させ、各材令にて強度試験をおこなった。なお、収縮率試験、シリカ溶脱率試験は、比較として LW、酸性シリカゾル薬液についてもおこなった。

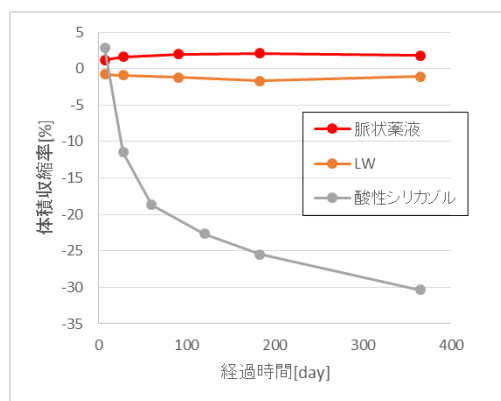


Fig. 5 体積収縮率経時変化

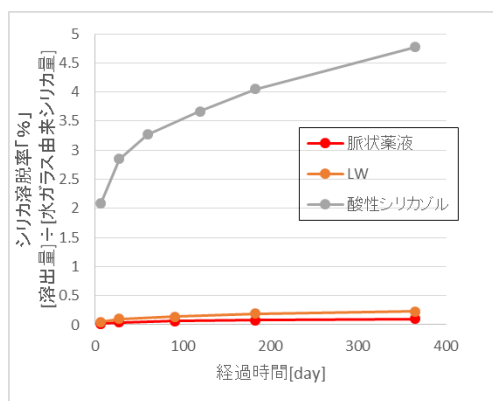


Fig. 6 シリカ溶脱率経時変化

Table 2 強度経時変化

材令	一軸強度
7 日	2.6 MN/m ²
28 日	5.3 MN/m ²
183 日	5.4 MN/m ²
365 日	4.9 MN/m ²

4. 結言

本試験により、脈状注入材の基本性能である短いゲルタイム、地盤への非浸透性、固化物の耐久性が確認された。固化物の耐久性に関しては、試験経過が 1 年であり、今後、さらに長期間のデータを取得し、固化物耐久性の検証をおこなっていく。