

## 既設構造物直下の薬液注入工法の開発（その1）

### セルフパッカシステムの開発

強化土エンジニアリング（株）フェロー会員	島田 俊介
大成建設（株）技術センター 正会員	川井 俊介
（株）関配 正会員	鈴木 毅彦
三信建設工業（株） 正会員	小泉亮之祐

#### 1. はじめに

軟弱地盤の改良のために多く使用されている薬液注入工法は、土粒子間浸透を原理として、原地盤を乱さず地盤改良を行う事が出来る点において攪拌混合や置換工法とは異なり簡便で合理的な工法といえる。しかし、近年液状化対策工への薬液注入の適用にあたっては、恒久性を期待できる注入材と共に土粒子間浸透による効果の確実性と急速施工による経済性に優れた工法が要求されている<sup>1)</sup>。従来のダブルパッカ工法<sup>2)</sup>の注入内管はパッカ用空気供給システムを装備しているため径が大きく、これを挿入するためさらに径の大きい注入外管を必要とし、よって削孔径も大きくせざるを得なかった。筆者らは、上記の課題を解決するために新しいパッカシステム「セルフパッカ」を開発した。本システムは小口径削孔を可能にただけでなく、さらに多ステージ同時注入も可能とし、注入の合理化と経済性の向上が可能なシステムである。本報告は、新しく開発したセルフパッカの特徴と要素実験の結果を報告するものである。

#### 2. セルフパッカシステムの特徴

セルフパッカは図-1に示すように、吐出口（以下、ノズル）をはさんで複数のパッカを備えている。これらのパッカは従来のようにパッカを膨張させるために空気供給システムを必要とせず、注入材を吐出することによってノズル部分で急縮による圧力損失が生じ、注入内管（パッカ）と注入外管に圧力差が生じてパッカが膨張することが最大の特徴である。このことにより、注入内管を小型化でき、小口径削孔が可能となった。さらに、ノズルが複数箇所に取り付けられていることにより、同時に複数ステージを注入することができることから、従来工法よりも効率よく注入することが可能になり経済性が向上したシステムである。パッカを膨張させる注入材は、活性シリカ注入材<sup>1)</sup>（パーマロック・ASF）であり、この注入材は浸透注入を目標としていることからゲルタイムが長く、パッカ内でゲル化する心配はない。

#### 3. セルフパッカシステムの作動実証実験

##### 3.1 実験方法

図-2に示す装置を用いてNo.1ノズルとNo.2ノズルからの吐出量が等しくなるようなノズル径の組み合わせを確認するために実験を行った。なお、パッカは吐出量（吐出圧力）やノズル径によって作動状況が異なるため、正常に機能する吐出量およびノズル径もあわせて確認した。

実験は注入内管として写真-1に示す外径28mmのパッカと注入外管として内径40mmの硬質塩ビ管（VP40）を使用した。なお、注入内管のノズル間隔は2mとした。定量ポンプによって水を吐出し、ノズルからの吐出量が安定した

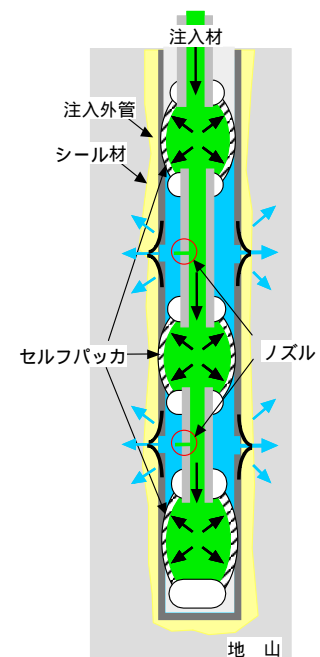


図-1 セルフパッカの構造模式図

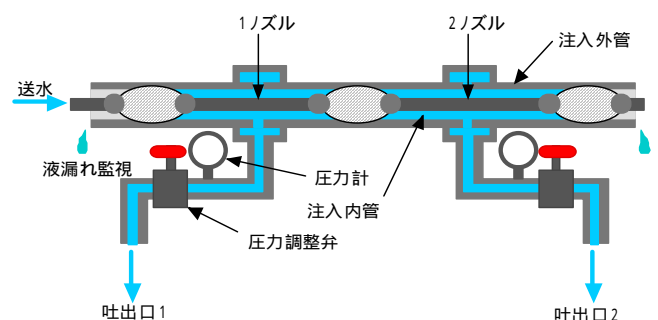


図-2 実験概要図

キーワード：薬液注入工法、パッカシステム、シールグラウト、セルフパッカ、ソイルパッカ、活性シリカ

連絡先：〒113-0033 東京都文京区本郷3-15-1 強化土エンジニアリング（株） TEL03-3815-1687

段階で、それぞれのノズルからの吐出量と吐出圧力を計測した。その後同様の手順で段階的に吐出量増加させていきノズルからの吐出量を計測した。なお、パッカの作動状況は注入外管からの漏水で判断した。

### 3.2 実験結果

ノズル径、吐出量および吐出圧力の関係を図-3に示す。それぞれのノズルからの吐出量を等しくするためにはNo.2ノズルの方がNo.1ノズルよりホース抵抗などを受けて吐出圧力が小さくなり、それぞれのノズルから同量吐出させるためにはNo.2ノズル径をNo.1ノズルよりも大きくする必要があったが、実験の結果、ノズル間隔2mではノズルは同径でほぼ同じ吐出量となることが確認できた。2つのノズルの吐出量の差はノズルの工作精度によるバラツキはあるが、概ね2~3%であり、そのノズルを前後入れ替えて同様の実験を行った結果においても入れ替え前とほぼ同じ結果となり、充分実用できることが確認できた。なお、パッカは吐出圧力1MPa程度で有効に作用することが確認できた。従来の浸透注入において標準的な吐出量は1ステージ当り8~20L/minであることから、本システムではノズル径を2.0~3.4mmとすれば適用可能である。さらに20L/minを超える大吐出量に対してもノズル径を大きくすることによって対応可能である。



写真-1 セルフパッカ

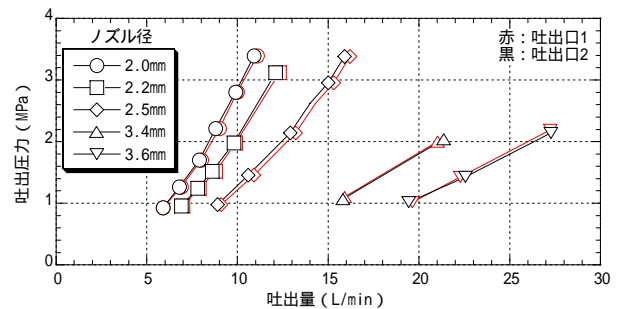


図-3 ノズル径-吐出量-吐出圧力の関係

## 4. フィールド実験

### 4.1 使用注入材と配合

注入材は、液状化対策用「パーマロック・ASF-」<sup>3)</sup>を使用した。なお配合は浸透注入であることおよび注入時間を考慮して試験を事前に実施し表-1に示す配合とした。

表-1 注入材の配合

A液		B液	
ASFシリカ-6	40 L	PRシリカ	40 L
ASFアクターM	20 L		
水	140 L	水	160 L
計	200 L	計	200 L

土中ゲルタイム 約4時間

### 4.2 注入

表-2の注入計画に基づき、図-4のように鉛直方向に直径2mの改良体を同時に2個作製する計画とした。写真-2は養生後に掘削した改良体の形状である。改良体は円柱状に造成されており、また、直径が1.7~1.9mとほぼ計画通りの大きさに造成されていることが確認できた。

表-2 注入計画

改良体径 (m)	注入率 (%)	1改良体の改良土量 (m <sup>2</sup> )	1改良体の注入量 (L)	総注入量 (L)
2.0	58	4.189	2,430	4,860

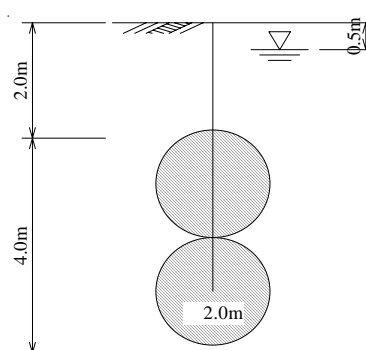


図-4 注入計画図



写真-2 改良体の造成状況

## 5. あとがき

セルフパッカ方式は、構造が単純化のため削孔径が小さくなり、かつ作業工程が省力化され、複数ステージ同時注入が可能である。このため、大規模な注入範囲においても急速施工と経済性を得ることが可能である。今後は液状化対策工のみならず通常の注入工事や大深度の地盤注入等の長区間注入への適用を目指して技術の確立をはかる予定である。

## 参考文献

- 1) 恒久グラウト協会：恒久グラウト注入工法技術マニュアル
- 2) 島田ら：最先端技術の薬液注入工法 理工図書