

施工時の注入ロスを低減した薬液注入技術 —地山パッカ性能—

大洋基礎工業株式会社 正会員 ○水島達宏  
 戸田建設株式会社 正会員 赤塚光洋 下坂賢二  
 富士化学株式会社 正会員 大野康年

1. はじめに

市街地の液状化対策などを目的として、注入効率の高い薬液注入技術の開発に取り組んでいる。本技術は、地山パッカとシールグラウトを併用する注入方式で、拡大後の収縮がほとんどない地山パッカと、削孔時には孔壁崩壊を防護し、薬液注入時には流動化する特殊シール材を用いることで、薬液の浸透面積を確保可能な施工時の注入ロスを低減する。本文では、地山パッカの概要と性能確認のために実施した試験結果について報告する。

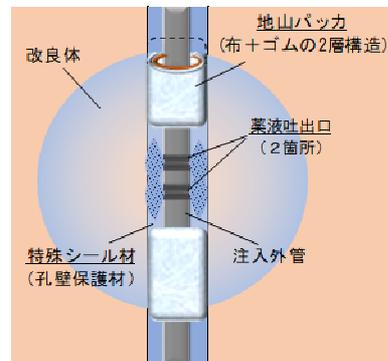


図1 工法概要図

2. 地山パッカの概要

本技術の地山パッカは、布製パッカの内側に高い伸縮性のゴム製パッカを装着した二重構造となっており、充填材の漏洩による地山パッカの収縮を抑制し、削孔後の孔壁と地山パッカの密着性の向上を図っている。また、地山パッカの注入管への加締めには、2種類の鋼製リングを用いることで充填時の耐圧性能が向上し、地中にて地山パッカの拡大を確実に行うことができる。

3. 地山パッカの性能確認試験

(1) 拡大試験

本試験は、地山パッカの拡大径および拡大後の収縮量を確認する目的で実施した。試験は、気中にて地山パッカ内へ所定量のセメントベントナイト(CB)を充填し、拡大した地山パッカの直径を測定した。測定は充填直後と充填後7日の2回である。また、従来技術にて使用されている布製パッカについても比較のため実施した。表1に試験条件を示し、写真1に充填直後の地山パッカの拡大状況を示す。

表1 地山パッカ拡大試験条件

実験ケース	膨らみ径目安 (mm)	パッカ長 (m)	充填量(CB) (l)	地山パッカの構造
本パッカ	φ120	1.0	11	布(ナイロン)+ゴムの二重構造
従来パッカ	φ165	1.0	21	布(ポリエステル, ナイロン)



写真1 拡大状況 (左：本パッカ, 右：従来パッカ)

充填直後の地山パッカの直径は、本パッカにて135mm程度、従来パッカでは、布製パッカから充填材(主に水)が漏洩したため、所定径までの拡大が確認できなかった。また、本パッカの充填後7日における直径は135mmであり、拡大後の収縮はほとんどないことが確認された。なお、本パッカの拡大径は布パッカの寸法により調整可能である。

(2) 充填時耐圧試験

本試験は、充填時のパッカの加締め部の耐圧(限界充填圧)を確認する目的で実施した。試験は、気中にて地山パッカ内にCBを毎分5リットルにて充填し、充填圧と充填速度を測定した。また、CBの充填は、加締め部リングが注入管(塩ビパイプ)から外れるまで実施した。試験に使用した地山パッカは、充填材の漏洩しない本パッカ(布+ゴム)とし、加締め部の構造は、図2に示すように、本技術で採用した2種類の鋼製リン

キーワード 液状化対策, 地盤改良, 薬液注入, 防災, パッカ

連絡先 〒140-0013 東京都品川区南大井3丁目6番地18 大洋基礎工業(株) TEL03-5753-1291

グと従来技術で採用された1種類の鋼製リングの2ケースとした。

本試験より得られた充填圧力と充填速度の経時変化を図3に示す。加締部のリングが注入管より外れる限界充填圧は、本加締構造にて1.09MPa、従来加締構造にて0.46MPaとなり、本加締構造の限界充填圧は従来加締構造の2.3倍であった。

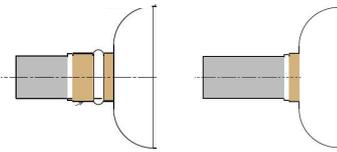


図2 加締部リング構造  
(左：本構造，右：従来構造)

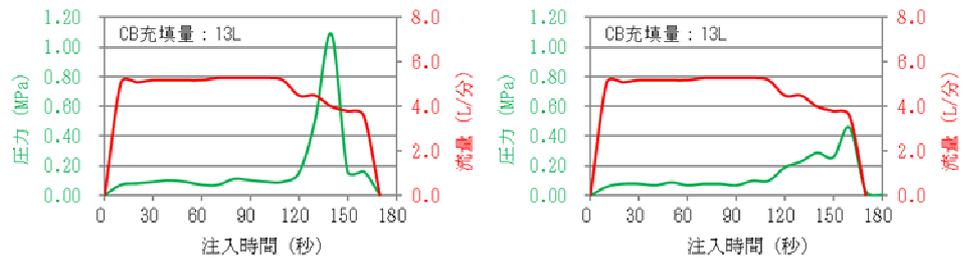


図3 充填圧力 - 充填速度変化 (左：本構造，右：従来構造)

**(3)引抜試験**

本試験は、地山パッカの引抜力を把握する目的で実施した。試験は、図4に示すように所定の深度に本地山パッカを設置し、注入管(塩ビ管)を油圧ジャッキで引抜き、引抜力と注入管頭部の変位量を計測した。試験状況を写真2に示す。試験は、地山パッカを設置した地盤種別およびパッカ長を変えて実施し、充填材(CB)および養生期間はすべて同じとした。試験ケースを表2に示す。

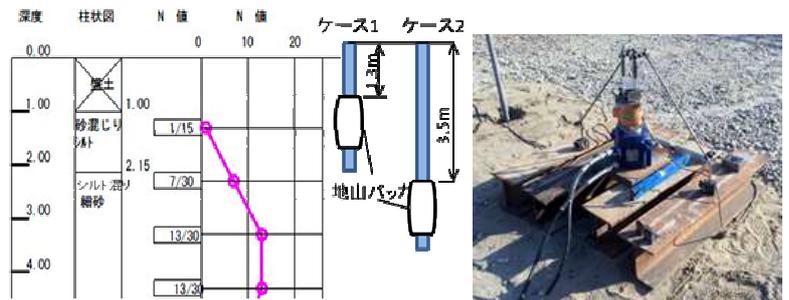


図4 地山パッカ設置位置図 写真2 引抜試験状況

表2 引抜試験 試験ケース

実験ケース	パッカ長 (m)	パッカ天端 (m)	対象地盤	養生期間 (日)
ケース1-1	0.5	GL-1.3	シルト層	7
ケース1-2	1.0			
ケース1-3	1.4			
ケース2-1	0.5	GL-3.5	シルト混り細砂層	7
ケース2-2	1.0			
ケース2-3	1.4			

荷重-変位関係を図5に示す。なお、ケース1-3、2-2および2-3は、試験中に注入管継手部より注入管が抜け出したため、最大荷重を確認できず試験を終了している。図5より、地山パッカ長が長いほど引抜抵抗力は増加していることがわかる。また、パッカ設置位置の地盤種別により引抜荷重は異なり、ケース1-1と2-1を比較すると、シルト混り細砂層であるケース2-1は、シルト層であるケース1-1の約1.5倍であった。

最大引抜荷重  $P_{max}$  を削孔断面積  $A$  で除した孔内圧力抵抗  $P_{max}/A$  は、最も地山パッカ長の短いケース1-1および2-1においても、448kN および668kNとなり、津島実証試験<sup>1)</sup>で確認された薬液注入時の注入圧力(400kN/m<sup>2</sup>程度)に対して十分な抵抗力を有する結果であった。

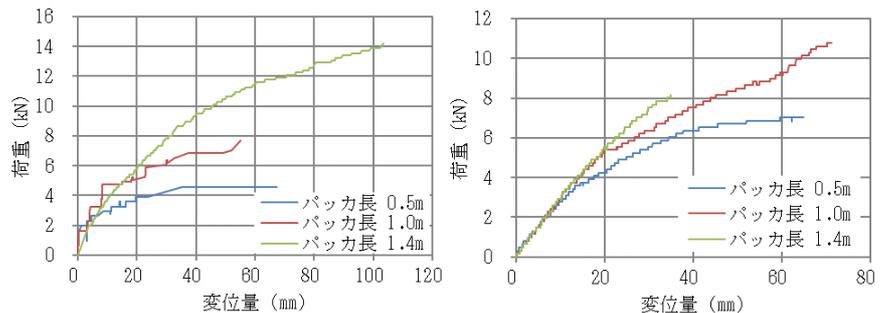


図5 荷重 - 変位曲線 (左：ケース1，右：ケース2)

**4. まとめ**

本報告では、新しく開発した地山パッカの概要と性能試験結果について示した。試験の結果、本地山パッカは従来技術と比較して、パッカ拡大後の収縮がほとんどなく、地山パッカ長が0.5m以上であれば、薬液注入時の注入圧力に対して十分な抵抗力を有することがわかった。

**参考文献** 1)大野, 伊藤, 下坂, 八嶋, 村田, 荻谷: 施工時の注入ロスを低減した薬液注入技術—津島現地実証実験—, 土木学会第73回年次学術講演会 VI, 2018 (投稿中).