

## ソイルパッカを用いた柱状浸透注入工法による野外実験

(株)大阪防水建設社 正会員 塚本 信夫  
 東洋大学名誉教授 フェロー会員 米倉 亮三  
 強化土エンジニアリング(株) フェロー会員 島田 俊介  
 ジャテック(株) 小山 忠雄

### 1. はじめに

地震による液状化対策として、注入固化工法がある。特に、設備がコンパクトで、狭隘な場所にも対応できるので、既設構造物直下等の施工条件に制限のある場所でも利用されており、その工法の1つとしてソイルパッカを用いた柱状浸透注入工法（エキスパッカ工法）がある。この工法にて、和歌山市内の砂質土で野外実験を行い、主に改良範囲の確認を行った。使用材料としては、液状化対策等に使用されている活性シリカグラウト（パ・マロックASF・）及び、都市土木等に使用されているシリカゾルグラウト（ハードライザー）を用いて行い、効果が確認できたので報告する。

表1 原地盤の物理特性と改良効果

試験項目	原地盤	改良地盤
N値	13.2	16.7
透水係数 (cm/s)	9.82E-04	8.19E-06
自然含水比 (%)	26.2	—
礫分 (%)	1.9	—
砂分 (%)	91.3	—
シルト・粘土分 (%)	6.8	—
均等係数	2.79	—
曲率係数	1.36	—

(注) 透水係数以外は6ヶ所の平均値

### 2. 野外実験の概要

和歌山県和歌山市西浜において、平成15年12月から平成16年1月に地盤改良を行った。原地盤は、表1及び、図1に示すようにN値が1～18のゆるい砂質土で、均等係数が小さく、細粒分含有率の低い

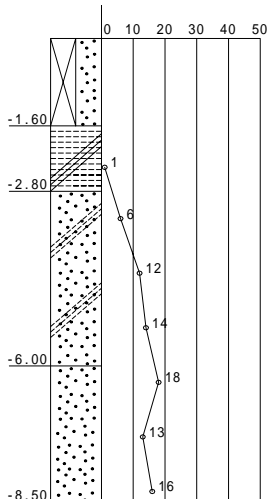


図-1 地盤の柱状図

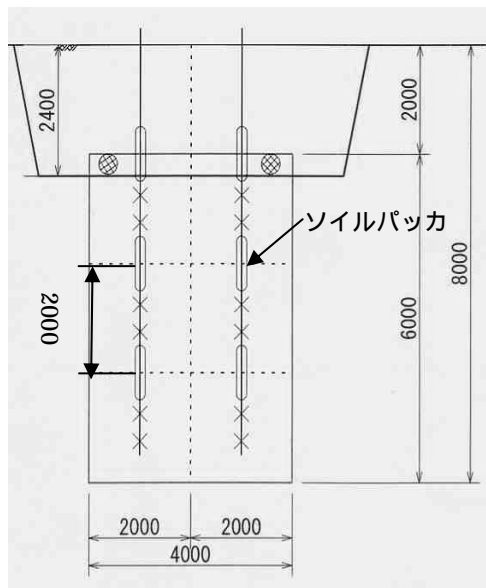


図-2 注入試験の断面図

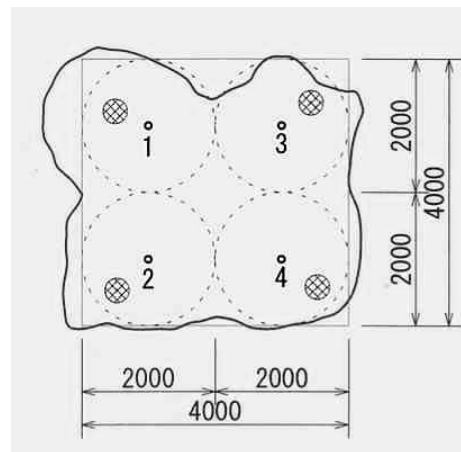


図3 エキスパッカ工法による注入地盤の掘削調査平面図

地盤である。また地下水位は、GL - 2.07mである。

施工は、図2、3のような配置で、GL - 2m～8m間を2mピッチでステップアップ方式にて行った。ジオバッグに充填する材料は、CB（注入材：ハードライザー）及びジオパック（注入材：パ・マロックA

キーワード 薬液注入、地盤改良、浸透、恒久グラウト、耐震、野外実験

連絡先 〒543-0016 大阪市天王寺区餌差町7番6号 株式会社 大阪防水建設社 TEL06-6763-3506

S F・ )を使用し、表 2 に示した充填速度，充填量で充填した。注入率は 40.5%（番号 1，3 については 1 次 5%、2 次 35.5%）とし、注入材料と注入量とは表 3 に示した。

表 2 ジオバッグの充填量

ジオバッグ充填材	注入材	充填速度	充填量
ジオパック	パ - マロック	10 L/min	40 L/ヶ
C B	ハ - ドライザ -	10 L/min	40 L/ヶ

表 3 注入量

番号	材料の種類		1ヶ所当りの量 (L)		
	1次	2次	1次	2次	計
1	C B	ハ - ドライザ -	400	2,840	3,240
2	-	ハ - ドライザ -	0	3,240	3,240
3	C B	ハ - ドライザ -	400	2,840	3,240
4	-	パ - マロック	0	3,240	3,240



写真 1 ジオバッグ充填状況

### 3. 野外実験の結果

G L - 7 m、 5 m、 3 mから、注入速度は平均 22 L / m i n で 3,240 L ずつ注入した。注入圧は、初期圧 + 0.1 ~ 0.4 M P a 程度で変位や材料の逸走はほとんどみられなかった。約 3 週間後に現地盤を掘削し、改良体の形状を確認した。注入孔から 1 m の範囲を想定して注入量を決め行ったが、改良体の形状とほぼ一致していた。4 本の改良体ともほぼ均一に改良されており、一体化していた。また、表 1 の改良前後の N 値及び透水係数からも改良効果が確認できた。

表 4 の番号 1 は C B を 1 次注入材として使用し、番号 2 は長結のハードライザーのみを使用した。一軸圧縮強度について、番号 1 の改良体は、番号 2 の 2 倍程度になった。又、番号 1、2 及び 4 の改良体のサンドゲル強度から、いずれも本来の目的を達成するに十分な値が得られることが判った。

### 4. まとめ

注入速度は平均 22 L / m i n で、従来のダブルパッカー工法（注入速度 8 L / m i n ）や二重管ストレナ工法（注入速度 16 L / m i n ）よりも効率的に行った。従来の注入工法の 1 ステージ長 0.25 ~ 0.50 m で、1 本当たり受持面積は 1 m<sup>2</sup> に対して、エキスパッカ工法は、1 ステージ長 2 m，1 m の柱状浸透源で、1 本当たりの受持面積は 2 m × 2 m = 4 m<sup>2</sup> で行った。今回のように細粒分含有率が低く、かつ均一な地盤においては、注入材料の種類や 1 次注入の有無にかかわらず、いずれも均一な改良体を得られた。

又、土中に形成した削孔径よりも大きなソイルパッカと孔壁に囲まれた大きな柱状浸透源から注入することによって、透水係数の低い地盤にもかかわらず、注入孔間隔を広くとり大きな注入速度で低圧注入でき、注入量に相当する大きい固結体をうるということが実証された。

### <参考文献>

- 1) 後藤・島田・小山・米倉：柱状浸透注入工法におけるソイルパッカの研究、第 39 回地盤工学研究発表会
- 2) 地盤注入開発機構：パーマロック並びにエキスパッカ工法技術資料（恒久グラウト協会）、シリカゾルグラウト技術資料（シリカゾルグラウト会）

表 4 改良体一軸圧縮強度

番号	一軸圧縮強度 (kN/m <sup>2</sup> )
1	243.7
2	122.2
4	155.3



写真 2 エキスパッカ工法の改良体