

## III-735 高圧噴射機械攪拌工法による地盤改良の施工とその評価

JR西日本 建設工事部 正会員 深田 隆弘

## 1. はじめに

片福連絡線はJR片町線・京橋駅とJR福知山線・尼崎駅を大阪都心において相互に結び、大阪圏の東西方向の都心貫通型広域幹線鉄道を形成する新設路線である。片福連絡線の起点部である京橋～片町駅間は、開削工法による施工であるが、現営業線及び民家に挟まれた非常に狭隘な区間での大規模掘削工事（最大掘削深さ15m）である。

当該工区は寝屋川と大川（旧淀川）との合流点に位置し、地下水位の高い（GL-1.5 m）地区である。地質の概要は、GL-10mまで大阪層群と呼ばれる粘土層と砂層の互層である。GL-10～25m付近に沖積粘土層が分布するが、この粘土層は東大阪地盤特有の鋭敏粘土（鋭敏比約10）である。またGL-25～30m付近に天満砂礫層が分布している。

さらに工区終点方（OK600m）付近において、大阪市交通局施工の地下鉄7号線との交差（片福連絡線施工中にシールドによる通過）が計画されている【図-1】。

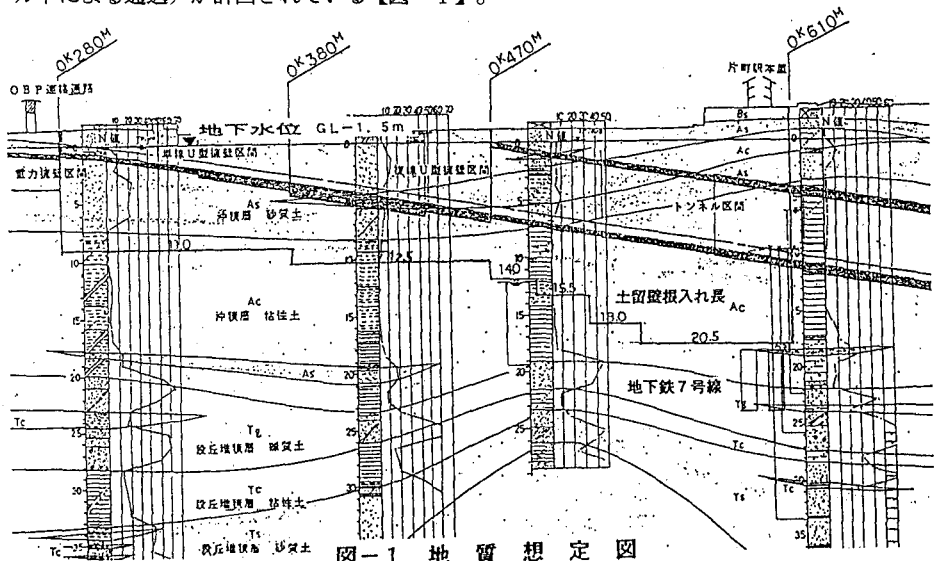


図-1 地質想定図

## 2. 土留支保工の設計と地盤改良の必要性

土圧算定及び応力解析は弾塑性法により行った。土留壁全体系のつりあい根入れ長は求まるが、断面応力・たわみ量の照査において、上記軟弱粘土層付近で許容値を超えるケースがあった。

また地下鉄交差部については、シールド天端との関係から土留壁長が2.1m以下に制約を受ける。

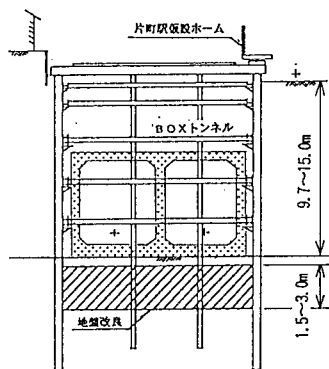
以上の問題を解決するため、土留工の先行地中梁的効果を期待した軟弱粘土層の地盤改良を補助工法として採用することになった。地盤改良対象範囲の改良前の地盤物性値を示す【表-1】。なお設計上必要とされる地盤改良強度は粘着力2kgf/cm<sup>2</sup>である【図-2】。

表-1 対象地盤の物性値

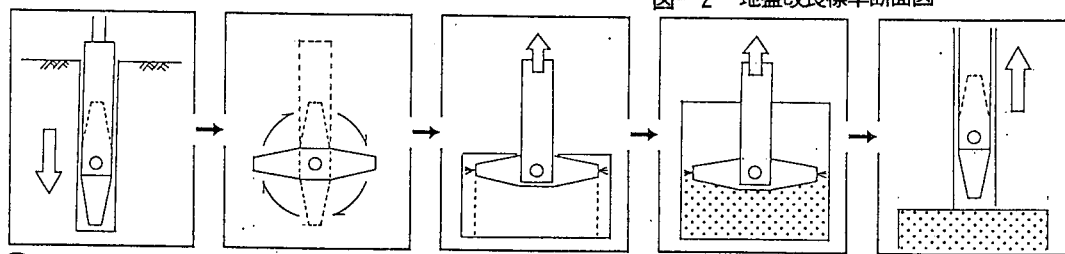
|                   |                                 |              |
|-------------------|---------------------------------|--------------|
| 土の成分<br>(平均)      | 砂                               | 31%          |
|                   | シルト                             | 30%          |
|                   | 粘土                              | 39%          |
| 比重                | 2.622 ~ 2.657                   |              |
| 湿潤密度              | 1.645 ~ 1.705 g/cm <sup>3</sup> |              |
| 含水比               | 48.5 ~ 51.8%                    |              |
| コンシステンシ特性         | 液性限界                            | 46.2 ~ 53.5% |
|                   | 塑性限界                            | 28.3 ~ 30.0% |
|                   | 塑性指数                            | 17.9 ~ 23.5  |
| 腐植含有量             | 0.08 ~ 0.13%                    |              |
| N値                | 0 ~ 10                          |              |
| 粘着力<br>(三軸試験UU条件) | 0.24 ~ 0.78 kgf/cm <sup>2</sup> |              |

### 3. 地盤改良工法の概要

安全性・施工性・経済性の観点から高圧噴射機械攪拌工法を採用した。この工法は所定深度に達した後に開翼を行い、機械攪拌と高圧噴射攪拌の併用で、翼幅2m＋高圧噴射0.2m×2＝2.4m径の改良体を作成する方法である【図－3】。改良対象土量約6,900m<sup>3</sup>、改良体杭本数900本にわたる地盤改良であったが、一部水道管理設箇所や現在線旅客ホームに支障する箇所も克服し、施工期間10か月、無事故で完成することができた。



図－2 地盤改良標準断面図



① パイロット孔削孔 ② 開翼 ③ 拡幅削孔 ④ 注入攪拌 ⑤ 閉翼・ロッド引上げ  
図－3 高圧噴射機械攪拌工法による地盤改良

### 4. 地盤改良の評価

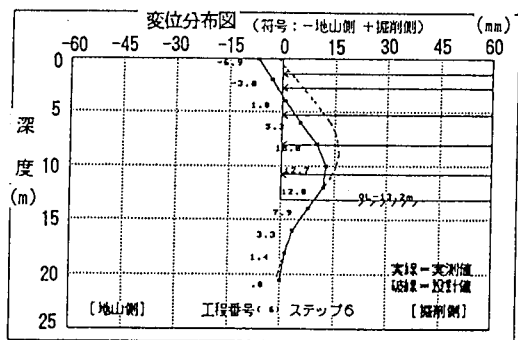
この種の工法による地盤改良は施工例が少なく、当初計画通りの改良強度が得られるか不安であった。そこで施工管理上行ってきたチェックボーリングによる一軸圧縮試験値、及び掘削土留工に伴う計測管理結果の逆解析から地盤改良の強度に関する評価を試みた。

#### ①一軸圧縮試験値による評価

改良杭200本に1回ボーリングを実施し、3供試体採取して一軸圧縮試験を行った。全15供試体の試験結果は、一軸圧縮強度の平均値 $\bar{q}_u = 11.5 \text{ kgf/cm}^2$ （標準偏差 $\sigma = 3.597 \text{ kgf/cm}^2$ ）であり、比較的均質な改良体が造成できたと考えられる。またこの結果を粘着力に換算すれば、 $c = q_u / 2$ より、 $5.75 \text{ kgf/cm}^2$ と推定できる。

#### ②計測管理結果の逆解析による評価

掘削土留工の施工に伴い各種計測管理を行っていたが、3次掘削完了後、次段階以降の施工のため主働土圧係数と水平地盤反力係数をパラメータとする土留壁変位の誤差最小化により、地盤定数の逆解析を行った。この逆解析より求まる地盤改良箇所の水平地盤反力係数は、 $4.88 \text{ kgf/cm}^2$ であり、粘着力で $4.88 \text{ kgf/cm}^2$ となった【図－4】。



図－4 計測管理【6次掘削完了】

### 5. まとめ

以上のことから、今回採用した高圧噴射機械攪拌工法により対象地盤は粘着力で $5 \text{ kgf/cm}^2$ 程度に改良されていることが判った。土留支保工の設計上から必要とされる地盤改良強度が確保され、所定の目的を達成することができたといえる。今後の同種工事の参考になるとともに、設計に反映できるような基礎データになればよいと考える。