

VI-228

シールドの鉄道横断に伴う調査と計測

佐藤工業㈱大阪支店 正会員 藤塚豊裕 小林正人

はじめに

シールド工事(外径 $\phi 3,680\text{mm}$)により地下構造物(阪急電鉄京都線『西院駅』)をアンダーパスした施工の実例によって、その為の事前調査と施工検討(防護工を含む)及び駅舎構造物に対する影響を予知し、より安定した施工管理に寄与する目的で実施した変状計測主体の報告である。

1. シールド工による阪急駅舎構造物横断条件

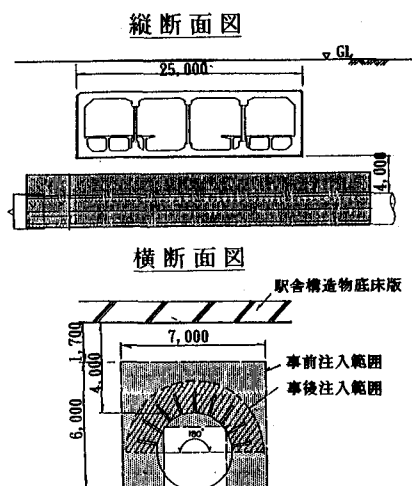
- ・GL-15m付近を地下構造物との離隔4mを保ちながら25mの距離を横断する。
- ・地下構造物はRC構造であるが、昭和初期(昭和3～5年)の築造なので劣化も考えられる。
- ・シールド掘進付近の土質はN値50前後の洪積砂礫層であり、一部洪積粘性土(N値12～14)が存在する。
透水係数は $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{cm/sec}$ である。

2. 不明確な点とそれを含めた問題点

- ・構造物の劣化程度。
- ・駅舎構造物は開削工法で施工されたが、その土留杭が残置されているか否かが不明で、もし残置されているとすれば、その土留杭(鋼矢板)の根入れ長がどれ程か。
- ・構造物の平面幅が25mあるので、中間杭の存在(残置)とその長さ。
- ・シールドの通常掘進に伴う、構造物に対する影響(掘進時と掘進後)。
- ・シールドの構造物下でのトラブル(切羽崩壊)による構造物への影響。

3. 問題点に対する調査と対策

- ・構造物のクラックの度合いを把握する為、躯体の一部を斫り鉄筋の付着状況等を調査した結果、クラックはかなり見受けられたがコンクリートそのものの劣化は心配無いと判断した。しかし、シールド施工前～施工後の変化を継続して観測する為、クラック計を設置することとした。
- ・土留杭の根入れ長はランキン・レザールの式により算出した結果3.7mとなり、土留杭先端とシールド機との離隔が約0.2mとなる。杭打設当時の施工精度を考慮すれば判定が難しい。従ってシールド通過予定断面近くを対象に磁気探査(垂直)を行い調査した結果、鋼杭は無いと判定した。
- ・中間杭の有無についても同様に磁気探査(水平)を行った結果、鋼杭は存在しないと判定した。
- ・シールド掘進に伴う構造物への影響については、施工を始める前に構造物の挙動をFEM解析した。防護工を考慮しない場合で最大1.7mm、考慮した場合で最大1.4mmの変位が生じるという結果が出たが、構造的に對し大きな支障を来す程にはならない。しかし、この構造物(駅舎)がかなりの年数を経ている事と万一の事(切羽崩壊等)を考慮し防護工を実施する事とした。
- ・防護工はシールド掘進前に事前防護工としてテルツァーの理論により緩み範囲を算出し、門型断面で注入用立坑(内径6m、深さ20m)より水平施工による二重管複合注入で行った。



- ・事後防護工は、シールド通過後シールド通過による構造物の変化の傾向を観測し、その変状が落ち着いた時点(約40日後)でセグメント外周より上半部を放射状に施工した。工法は、非水ガラス系の超微粒子スラグを用いた単管ロッド工法で、特に浸透性と恒久性に優れたものを使用した。

4. 構造物の変状計測

これらの直接的な検討に基づいた対策に加え、鉄道という公共性の高い構造物に対し影響を迅速に予知、予測し、それを最小限にとどめる為に変状計測をする事とした。

駅舎構内構造物に計測器を取付け任意の測定間隔でリアルタイムに送られてくるデータを現場事務所内のパソコンで処理し、ディスプレイに構造物の変形状況が数値及びグラフとして計時的に示される仕組みとした。

協議の結果、沈下計の初期値からの変位が $\pm 3\text{mm}$ に達した場合は施工を一時中断し、安定すれば再開する。同様に変位が $\pm 5\text{mm}$ に達した場合は施工を中止し、施工方法の見直しを行う。という管理基準を設定し、調整期間も含め事後計測期間迄約1年間計測を行った。

計測の結果は、沈下計が各施工と比例変動したが、ひずみ計は顕著な相関関係が見受けられなかった。沈下計測結果と各施工との関連について述べる。ここで注目した点は事前注入施工は注入圧を $5\sim 6\text{kg/cm}^2$ 吐出量を $12\sim 18\text{l/分}$ 程度に抑えて施工したが、注入によって地下水位が一時押し上げられ、構造物は隆起した。そこで、注入を一時中断するとその部分の地下水位が自然水位に戻り、構造物も元に戻る(隆起量が暫減する)傾向にあったことである。この一連の繰り返しによって事前注入施工を行ったが、残留隆起は最大で 2.8mm となった。

次に、シールド掘進による変位は、事前注入施工後の残留隆起より約 1.2mm 沈下し、初期値からの変位が $+1.6\sim 1.7\text{mm}$ となった。更に、シールド通過後の事後注入施工中は、事前注入施工と同様の傾向を示し、隆起が累計値で $+3\text{mm}$ をオーバーし、何度も施工中断を余儀なくされた。

最終的には施工後6カ月間継続して計測を行ったが、残留隆起は $+2.4\text{mm}$ という結果に終わった。このように、一時的には管理基準値の $\pm 3\text{mm}$ をオーバーする測点も見受けられたが、管理基準限界値の $\pm 5\text{mm}$ をオーバーすること無く工事を終了した。

おわりに

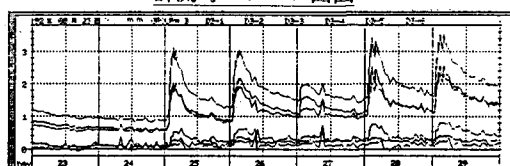
このような情報化施工では、多種の情報をリアルタイムに得ることが可能でそれに基づいて予測が出来、即座に対策も立てられる。従って、この様に管理値が $\pm 3\text{mm}$ という厳しいものであったが、防護注入に関しては注入圧と注入量、シールド掘進に関しては排土量とリアルタイムで送られてくる情報を積極的に活用することにより、品質保証の面で発注者のニーズに応えた満足のいく結果で終える事が出来た。

今後とも将来での問題の発生が高い確度で予測出来ることにより、対策も立て易く大いに有用であると確信している。

計測項目一覧表

計測項目	計器名	箇所数
躯体沈下	水盛式沈下計	18
躯体変位	クラック計	12
"	伸縮計	3
躯体応力	鉄筋応力計	10
躯体温度	温度計	2

計測時パソコン画面



沈下計測結果図

