

熊谷組 正会員 岡市 光司
関西高速鉄道 土井 諭

1. まえがき

通常、シールドトンネルの到達方法は、シールドマシンを到達立坑内に貫入し、坑口処理を行う。しかし、本工事の到達立坑は、営業線地下鉄や民家があり、併設のシールドが貫入できるだけの十分な幅がなかった。このため、シールドマシンを到達立坑手前で停止し、立坑側から迎掘りを行い接続しなければならなかった。
(図-1)

当該地盤が崩壊性の被圧透水性地盤であり、接続掘削に伴う出水および地山崩壊等が懸念されたので、防護工に確実な遮水性のある地盤凍結工法を採用した。

地盤凍結工法は、土中の間隙水を氷結するため、遮水性には優れているが、凍土造成時、凍土の膨張により周囲地盤が隆起し、また解凍時には沈下する。本工事の場合、接続箇所と地下鉄が近接しているので、凍結に伴う地下鉄への影響を最小限に抑えなければならなかった。

本報文は、重要構造物に近接して地盤凍結を行った場合の変位抑制対策について報告するものである。

2. 対策工の検討

凍上量は、凍土幅、凍土膨張率により決定されるので、凍結に伴う変位を抑制するには、以下のような対策が考えられる。

- ①凍結対象土を凍土膨張率の低い地盤に改良する。
- ②凍土幅を小さくし、総膨張量を低減させる。
- ③圧抜孔を設置し、変位を吸収させる。

本工事の場合、圧抜孔を設置するスペースがなく、また圧抜孔を設置することにより地下鉄に変位が生じる可能性があるので①と②の対策を講じた。

(1) 膨張率低減対策

凍土の膨張率は、地質によって異なる。過去の実験および実績により、当該地盤（砂質シルト主体）での凍上率は1.2%と推定された。土砂にセメントを混合すると凍上率が0.4%まで低下することが実験により確認されているので、本工事では、シールドが到達する前に立坑前面にC J G（ $\phi 1,800$ ）を2列造成することにした。（図-2）

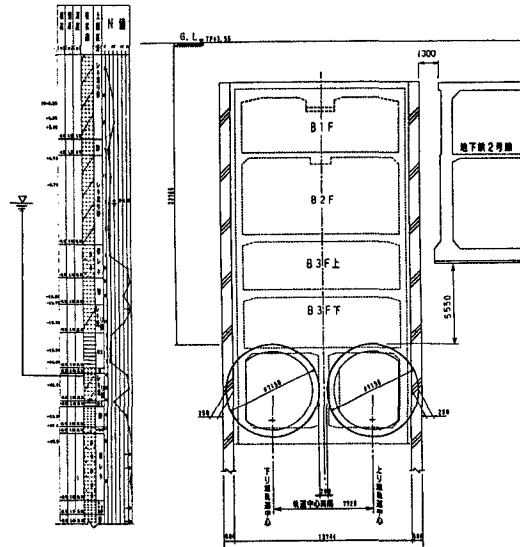


図-1 トンネル横断図

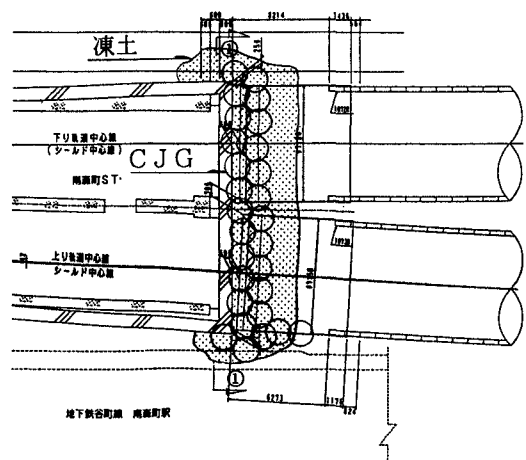
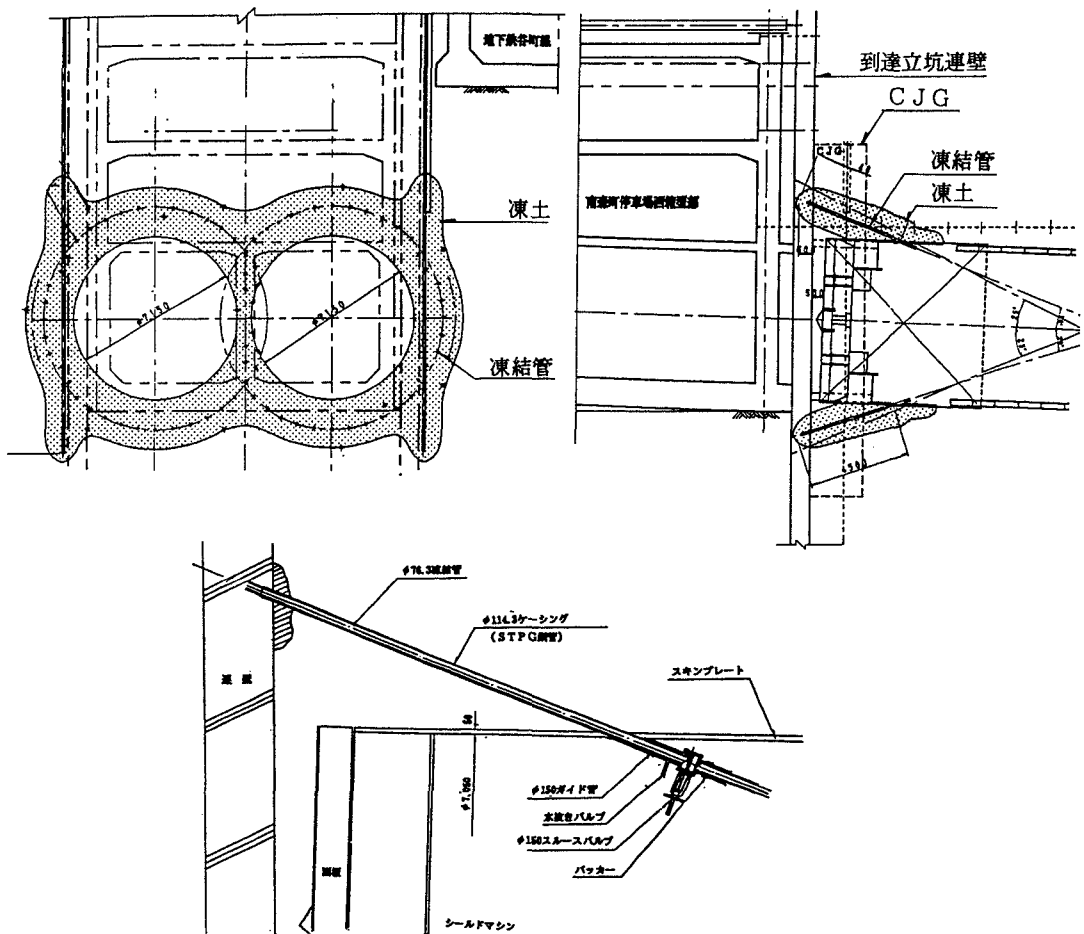


圖-2 平面圖

なお、このC J Gにシールドマシン先端部を貫入することで、マシン停止時の防護工を兼ねることができた。

（2）凍土造成範囲縮小対策

接続防護工の強度は前述のC J Gで受けもたすことができるので、凍土造成範囲を確実な遮水層を形成するように限定すれば、凍土造成範囲を最小限にすることができる。このため凍結管をシールド坑内から接続部周りに放射状に配置することにした。ただし、凍結管先端部は凍土が造成されにくく、立坑との凍着が不完全となることから、凍結管を立坑連壁（ $t = 80 \text{ cm}$ ）に40 cm喰い込ませることとした。（図－3）



図－3 凍結管配置図

3. 施工実績と今後の課題

以上のような検討を行い施工した結果、地下鉄構造物の凍上量は2 mm程度であり、解凍による沈下も1 mm程度で問題となる影響は、なかった。

現在、凍上変位量の予測式は、三次元凍上変位計算法により求めることができる。しかし、地下構造物はそれ自身の剛性があるため、実測値が予測値よりも下回ることが多い。今後は、構造物の剛性を考慮した予測式が必要となってくるだろう。