

駅ビルのアンダーピニング工事における止水対策と効果

東日本旅客鉄道株式会社 東北工事事務所 正会員 井上 崇
 同 上 正会員 小島 淳史
 同 上 正会員 古山 章一

1. はじめに

秋田中央道路は、秋田県が計画している高規格道路であり、当社は、秋田駅構内直下の約 178m をシールド工法により施工する。シールドの通過に駅ビルの基礎杭が支障するため駅ビルのアンダーピニング工（受替杭 + 受替梁）を実施した後、支障杭を撤去することとなる。今回、駅ビルのアンダーピニング工に伴う受替杭施工時の止水対策について報告する。

2. 駅ビル下における場所打ち杭施工時の止水対策

2-1. 止水対策の目的

駅ビルをアンダーピニングするために受替杭（1.6m、L=42.0m、n=16本（内12本：駅ビル下））を施工する。駅ビル下の12本の杭はリバース工法で施工するため、削孔時の孔壁保護に2.0m程度の水頭差を確保する必要があるが、当該箇所は地下水位がG.L.-2.0mと非常に高い。今回の受替杭の施工は、地盤面よりも低い位置（G.L.-7.3m）に機械を設置せざるを得ない施工環境であり、掘削孔への地下水の浸入を防ぐ対策が必要になった。

2-2. 薬液注入工の施工計画

駅ビル下掘削のためにG.L.-21.0mまでは鋼矢板および地盤改良により止水対策をしている。当初、受替杭施工時の孔壁保護のため、G.L.-21.0m以深の砂層および砂礫層の透水層を対象に杭周囲、厚さ1.5mをピンポイントで薬液注入により止水する計画であった。

しかし、駅ビル下の掘削を進めていく中で、現在の駅ビルの支持杭以外の基礎杭が出現した。調査の結果、旧駅ビル支持杭（PC杭：0.35m、L=30.0m、n=52本（シールドに支障する本数））であることが判明した。これらの杭も、シールド通過前に撤去する必要があり、撤去時の止水対策が必要になった。受替杭施工と同様に撤去杭の対象透水層に対しピンポイントで止水することを考えたが、経済性等を考慮し、図-1（図-2参照）に示すように駅ビル全周を囲むように変更した。薬液注入の諸元を表-1に示す。

2-3. 止水効果の確認

支障PC杭の撤去、受替杭の施工とともに、地下水位以下で砂層、砂礫層といった透水層を掘削していくため、前述した通り、駅ビルを全て包含する範囲の透水層を対象に大深度の改良を行った。このように、広範囲に止水帯を構築した場合には止水効果の確認が難しい。

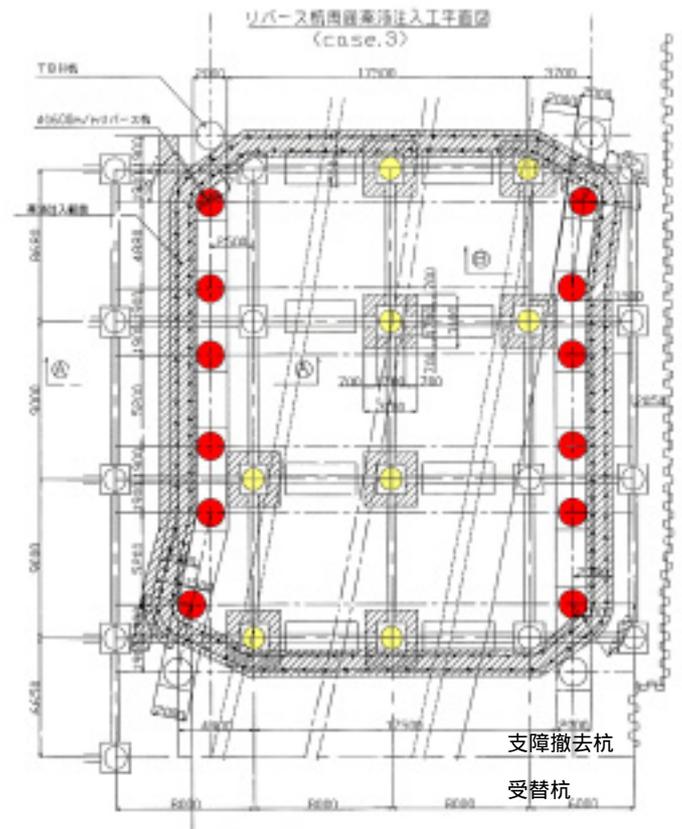


図 - 1 薬液注入範囲図

表 - 1 薬液注入諸元

工法	二重管ダブルパッカー注入工法	
	細砂層（沖積）	砂礫層（洪積）
対象層	G.L.-22.92m ~ -25.97m	G.L.-34.47m ~ -37.12m
注入材料	1次注入：セメントベントナイト 2次注入：シリカライザー（水ガラス系）	
注入率	35%	36%
注入管理方法	CCS（Computerized Control System） 先行ボーリング時の孔曲がりに応じた注入量の再計算、注入圧力の補正が可能	

当現場における止水効果は、注入作業完了後、注入範囲内外に設けた観測井戸の水位を比較することで確認することとした。注入効果がなかった場合、両者の水位は同じ高さとなる。表 - 2 に注入作業完了から約2週間後の掘削完了時の水位を示す。表 - 2 より、水位は2.20m から3.25m 低下している。これは、注入作業完了後の掘削に伴い、改良範囲の内側に溜まっていた水が排水され水位低下が生じたものと考えられ、注入による止水効果を確認できた。しかし、リバーシ杭の施工基面は T.P.+1.15m であり、止水効果が確認されたとはいえ、まだ施工基面より 1.0m 程度水位が高いことになる。受替杭の施工にあたっては、水位の逆ヘッド差による削孔時の孔壁崩壊を防止するため、ビル下の揚水を行うことでこの水位を 2.0m 程度下げることとした。観測および揚水井戸の配置図を図 - 2 に示す。揚水用の井戸は3箇所 (No.1 ~ No.3) 設置し、揚水量はそれぞれ 10 ~ 15 リットル/分とした。揚水を開始し2週間後の注入範囲内外の観測井戸の水位を表 - 3 に示す。揚水により削孔時の孔壁安定に十分な水頭差を得ることができたことが分かる。掘削を行った2週間後から1ヶ月間の各観測および揚水井戸の水位の時系列変化を図 - 3 に示す。B-1'について、揚水が注入範囲外の水位に与える影響はほとんどないことが分かった。すなわち、揚水により水位が下がったのは改良範囲の内側に限られており、薬液注入による止水効果が適切に得られていることを確認できた。一方、B-2'の水位は、揚水後 1.5m 強の水位低下生じた。しかし、揚水量が 10 リットル/分と微量であること、揚水を止めても観測井戸に変化がないことから問題ないとする。今後、駅ビル支障杭撤去およびシールド通過前の駅ビル下埋戻しを行うまでの間、各観測および揚水井戸の水位を測定し時系列変化を追跡していく予定である。

3. おわりに

駅ビル下のアンダーピニング工に伴う受替杭施工時の止水対策として、駅ビルを全て包含する広範囲の透水層を対象に大深度の薬液注入を行った。この止水効果を、薬液注入範囲内外の透水層の水位を観測し、両者の比較を行うことで確認できた。

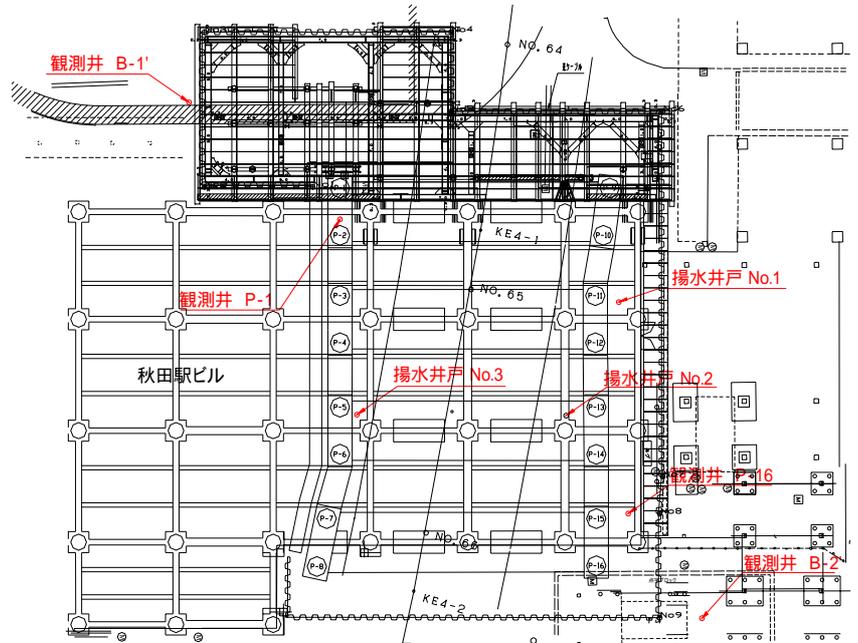


図 - 2 観測・揚水井戸配置図

表 - 2 地下水位測定結果（掘削後）

観測井戸番号	試験標高 (スレーナの位置)	孔内水位 (標高)	
		本調査 (内側)	観測井 (外側) B-1', B-2'
P-1	-21.84m ~ -22.54m (砂質土層 As)	+2.45m	+5.70m
P-16	-39.65m ~ -40.15m (粘土混砂礫層 Dg)	+2.15m	+4.35m

掘削前の内外水位は、表中の観測井 (外側) とほぼ同値

表 - 3 地下水位測定結果（揚水後）

観測井戸番号	試験標高 (スレーナの位置)	孔内水位 (標高)	
		本調査 (内側)	観測井 (外側) B-1', B-2'
P-1	-21.84m ~ -22.54m (砂質土層 As)	-2.35m	+5.44m
P-16	-39.65m ~ -40.15m (粘土混砂礫層 Dg)	-1.73m	+2.49m

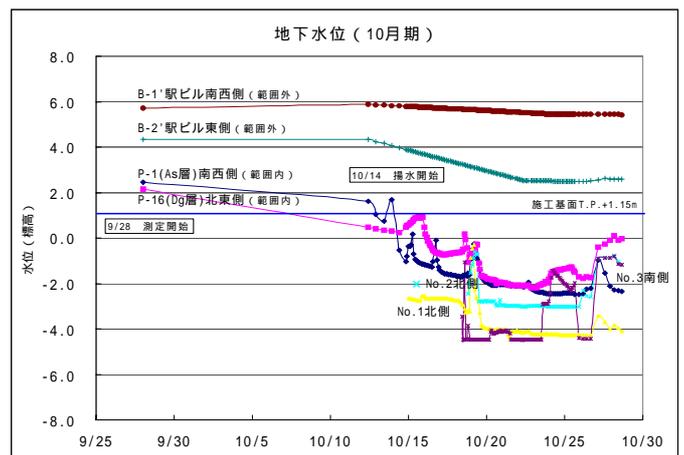


図 - 3 地下水位測定値