

東日本旅客鉄道(株)	東北工事事務所	正会員	○井上 崇
同	上	正会員	新津 正義
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 ($\phi 1.6m$, $L=42.0m$, $n=16$ 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侵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改良する計画であった (図-1)。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: $\phi 0.35m$, $L=30.0m$, $n=52$ 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-2 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

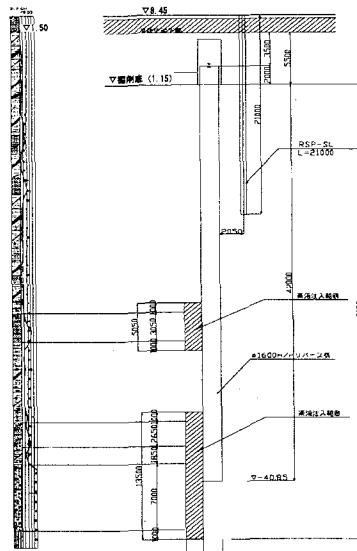


図-1 薬液注入範囲図

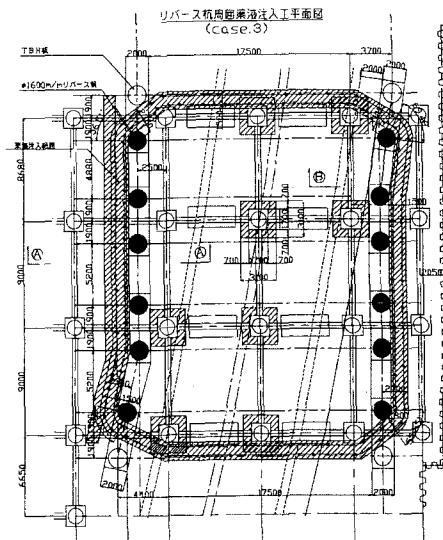


図-2 注入範囲図 (変更後)

した場合には止水効果の確認が難しい。

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、リバース杭の施工基面はT.P.+1.2m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ビル下の水位を2.0m程度下げるのこととした。観測および揚水井戸の配置図を図-3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/分である。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。また、揚水開始からの各観測および揚水井戸の水位変化を時系列で確認した結果、揚水が注入範囲外の水位に与える影響は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。

表-1 薬液注入諸元

工法	二重管ダブルパッカー注入工法	
対象層	細砂層(沖積)	砂礫層(洪積)
	G.L.-22.92m～-25.97m	G.L.-34.47m～-37.12m
注入材料	1次注入：セメントペントナイト	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	

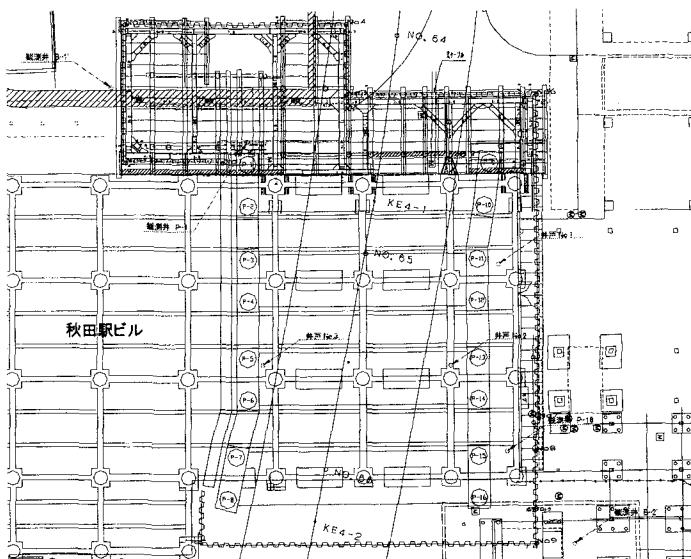


図-3 観測・揚水井戸配置図

表-2 地下水位測定結果(掘削後)

孔番	試験標高 (ストレーナーの位置)	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)

孔番	試験標高 (ストレーナーの位置)	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	+4.22m

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範囲の透水層を対象に大深度の薬液注入を行った。また、広範囲にわたる止水帯の構築による止水効果は、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。