

## 大阪特有の地盤条件下での大規模掘削について

大鉄工業株式会社 正会員 ○西原 太一  
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 和田 直樹

## 1. 工事概要

本工事は、JR 東海道線支線地下化・新駅設置事業の一環で、JR 大阪駅北側のうめきた地区に開削工法により新駅を設置するものである。本工事の施工延長は約 240m、掘削幅は約 40m、掘削深さは約 15m、掘削土量は約 13 万  $m^3$  である。躯体は 2 層 6 径間の RC ボックスカルバート構造で、地下 1 階がコンコース階、地下 2 階がホーム階となっており、ホームは 2 面 4 線の島式ホームである。2016 年 9 月から着手し、2023 年 3 月の開業を目指し施工を進めている。



写真-1 現場全景

## 2. 技術的課題とその対策

開削工事の技術的な課題として、以下の 3 点が挙げられた。1 点目は大阪特有の地質、特に被圧地下水への対応、2 点目は土留構造の変更による施工性の向上、3 点目は土留の変状管理である。

## 2.1 地下水対策

現場周辺の地盤高は T.P.+0m と低く、地下水位は T.P.-1.0m と高いことが確認された。地盤は砂礫層と粘土層が交互に分布しており、T.P.-20m 以深には被圧帯水層が分布している (図-1)。過去に大阪では、同深度の開削工事において出水事故が発生した事例があり、原因は土留壁欠損部から被圧水が出水しパイピングが発生したためであると考えられている<sup>1)</sup>。本工事でもパイピングや盤ぶくれ等を発生させない

キーワード 地下水、盤ぶくれ、リリーフウェル、Eco ラム工法、計測管理

連絡先 〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島 3-9-15 大鉄工業株式会社 土木支店 TEL06-6305-2810

よう以下の検討を行った。

## (1) 土留壁の根入れ延長

前節の事象を防ぐため、土留壁を不透水層の Dc2 層まで挿入する計画としていた。しかし、工事着手前に開催した技術検討会にて、Dc2 層は上部の砂礫層 Dg1 層により削剥され、層厚が均一でない可能性があることが分かった。その場合、土留壁下端が Dc2 層に達しない恐れがあったため、掘削範囲内に 9 箇所追加ボーリングを実施した。その結果、Dc2 層は事前の調査より約 1.0m 低く分布していることが判明し、土留壁長を当初の 37.0m から 1.0m 延長することで Dc2 層への根入れを確保することとした。

## (2) リリーフウェルの設置

被圧帯水層である As2 層、Ds1 層、Dg1 層からの盤ぶくれについて検討した。検討の結果、被圧帯水層から揚水して減圧する必要があったため、本工事では、掘削側にリリーフウェルを 4 箇所配置することとした。

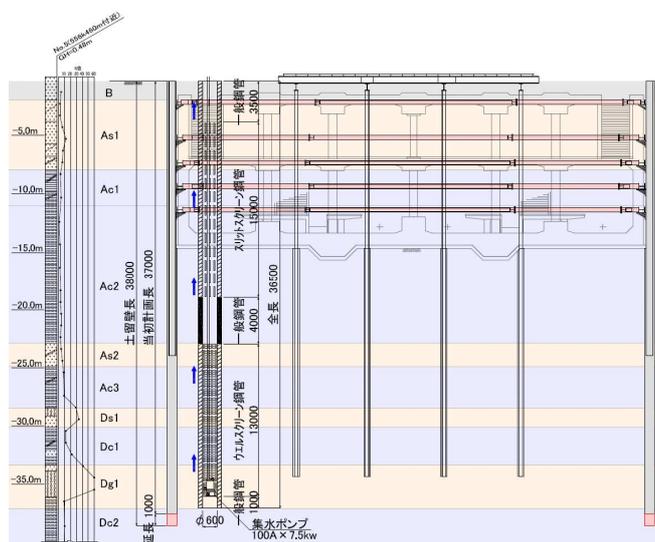


図-1 土質横断図とリリーフウェル構造図

リリーフウェルを設置したことにより、盤ぶくれ等が発生していないことから、土留壁は水密性を確保しており、掘削側の被圧帯水層の被圧水を減圧した状態を保持できていると考えられる。

## 2.2 土留構造の変更による施工性向上

本工事の土留構造は、当初、土留壁は SMW 工法による柱列式連続壁，土留支保工は切梁・腹起しで計画されており，躯体構築時には盛替梁を設置して支保工を解体する構造となっていた。しかし，盛替梁の設置により，狭所での作業が増え，安全性の低下や作業効率の低下が想定されたことから，盛替梁が不要となる土留構造の検討を以下の通り行った。

### (1) 土留壁の芯材間隔・工法の変更

土留壁芯材（H-588×300）の建込間隔を設計の 600mm から 500mm に縮め，土留壁の剛性を高めるために，柱列式の SMW 工法から芯材間隔を変更できる等厚式の TRD 工法に変更した。

### (2) 土留支保工の変更

上記に加え，図-2 に示す通り，土留支保工の鋼材寸法をランクアップすることにより，盛替梁を省略することができた。さらに，栈橋下部を除く切梁の一部にコラム切梁（Eco ラム工法）を採用することで，切梁自体の剛性を高め，本来座屈防止として必要な中間杭を 105 本から 2 本に削減することができた。それにより，杭打設の工程短縮，作業空間拡大による作業効率と安全性の向上を図ることが可能となった。また，躯体構築においては，上下床版を貫通する杭が減ることから，漏水リスクが低減し，品質の向上にもつながると考えられる。

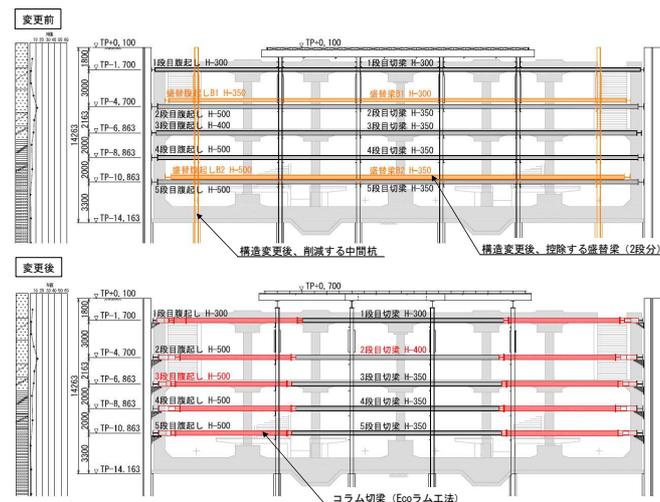


図-2 土留構造断面図（変更前・後）

## 2.3 土留の変状管理

本工事は，土留の施工領域が広大であること，主たる掘削土層が軟弱な粘土層で変形しやすいこと，被圧帯水層の地下水位が高いことから，施工の進捗に応じて変化する土留壁や土留支保工，地下水位の

挙動を監視するため，表-1 に示す計測管理を概ね 100m 間隔で 3 断面行うこととした。設計値を基に管理基準値を設定し，計測値が管理基準値を超えた場合には，職員にメールが通知されるシステムとした。

表-1 計測管理項目

計測対象	計測項目	計測機器名	管理基準値			
			管理初動値	一次管理値	二次管理値	管理限界値
土留壁	水平変位量	傾斜計 (手動計測)	設計値 × 80%	設計値	設計値 × 120% または (設計値 + 許容値) / 2 の小さいほう	設計計算許容値
	芯材発生応力	ひずみ計 (自動計測)				許容曲げ応力
切梁	切梁軸力	ひずみ計 (自動計測)				許容軸力
周辺道路	鉛直変位量	レベル測量 (手動計測)				設計値 × 150%
地下水	地下水位	間隙水圧計 (自動計測)	-	-	-	-

表-2 に掘削完了までの計測結果を示す。土留壁の水平変位や芯材応力については，2 次掘削以降，GL-8.0m 以深の軟弱粘土層 Ac1, Ac2 の高さで計測値が設計値を上回っていたが，切梁軸力については，概ね設計値内に収まっていることが確認された。最終 6 次掘削完了時では，土留壁の水平変位は設計値と概ね同じ値を示したものの，芯材応力や切梁軸力は設計値の 60%前後の値となることが確認された。

表-2 計測結果一覧（断面 3）

施工ステップ	設計値 計測値	土留壁水平変位 (mm)			土留壁芯材応力 (N/mm <sup>2</sup> )			切梁軸力 (kN)		
		位置	最大値	設計比	位置	最大値	設計比	位置	最大値	設計比
1 次掘削	設計値	GL-0.0	18.7	93.0%	GL-7.6	33.9	21.5%	-	-	-
	計測値	GL-0.0	17.4		GL-13.0	7.3		-	-	-
2 1 段梁設置 2 次掘削	設計値	GL-4.9	20.4	135.8%	GL-4.7	38.7	99.4%	1 段目	516.20	51.1%
	計測値	GL-8.0	27.7		GL-5.0	38.5		1 段目	263.62	-
3 2 段梁設置 3 次掘削	設計値	GL-8.9	27.2	140.4%	GL-7.0	46.0	112.7%	2 段目	754.90	53.1%
	計測値	GL-10.0	38.2		GL-9.0	51.9		2 段目	400.82	-
4 3 段梁設置 4 次掘削	設計値	GL-11.2	35.7	141.5%	GL-9.5	58.0	103.9%	2 段目	902.60	80.2%
	計測値	GL-11.0	50.5		GL-9.0	60.3		2 段目	724.22	-
5 4 段梁設置 5 次掘削	設計値	GL-13.2	47.5	111.4%	GL-11.8	84.0	89.9%	3 段目	983.45	101.2%
	計測値	GL-12.0	52.9		GL-11.0	75.5		4 段目	995.68	-
6 5 段梁設置 6 次掘削	設計値	GL-14.8	62.5	99.6%	GL-14.0	125.7	55.7%	4 段目	1192.75	66.4%
	計測値	GL-13.0	62.2		GL-15.0	70.0		5 段目	791.84	-
管理限界値			65.0		210.0		1953.3 (H350), 2731.8 (H400)			

## 3. まとめ

本工事では，掘削途中段階で土留が設計を上回る変形をしたものの，土留の挙動をリアルタイムで計測しながら掘削し，無事完了することができた。しかし，躯体を構築し，土留支保工を撤去する際は，計測値が管理限界値を超過する可能性があるため，実際の土留変形にフィットさせた逆解析を行い，今後の挙動を確認しようと考えている。

## 参考文献

- 1) 地盤工学会関西支部: 地下建設工事においてトラブルが発生しやすい地盤の特性とその対応技術に関する研究委員会報告書，pp.9~10，2013