

J R大阪環状線に近接する複合施設の施工計画

Construction Plan of Complex Facility Near the JR Osaka Loop Line

池上 信太郎*1 Shintarou Ikegami
堀 政弘*1 Masahiro Hori
藤田 周一*1 Shuichi Fujita
橋本 和彦*2 Kazuhiko Hashimoto
正垣 綱之*2 Koushi Masagaki

要旨

当計画は大阪市の J R大阪環状線に近接してホテルおよび物販店舗を建設する、福島 5 丁目・7 丁目共同開発計画である。敷地長辺長さが約 120mあり、J R大阪環状線の高架橋に面している。また、当建物と J R側敷地境界との距離が約 3mと極めて接近していること、掘削深さが約 7mあることから、地下工事においては山留め壁の変位等による J R高架橋への影響が懸念された。また、地上工事においては鉄骨建方等のクレーン作業時に高架鉄道の運行に支障をきたさない工事計画が求められた。

本報告では近接施工に配慮した施工計画や解析・計測計画、およびそれらの施工記録について報告する。
キーワード：近接施工 工事計画 FEM解析 山留め計測

1. はじめに

福島 5 丁目・7 丁目共同開発計画は、阪神電気鉄道(株)が所有する大阪市福島区の福島 5 丁目所在の土地と、その土地に隣接する西日本旅客鉄道(株)が所有する同 7 丁目の土地を、ホテルと商業施設が入居する複合ビルとして両社共同で一体的に開発する計画である。

それぞれの土地は、J R大阪環状線の福島駅から徒歩 3 分、阪神本線福島駅からも徒歩 6 分の好立地にあるが、その土地の形状等から十分な活用が図られていなかった。今回共同で開発することによって、土地の高度利用を図ることが可能となった。

ホテル部分はビジネス客に加えファミリー客をターゲットに見据えた 254 室の宿泊主体型ホテルであり、ホテル阪神アネックス大阪が予定されている。また地上 1 階から 3 階には物販店舗が計画され、(株)阪急オアシスが予定されている。



写真 1 本施設全景写真

計画敷地は長辺長さ約 120m、短辺長さ 17~25mの東西に細長い形状をしている。敷地周囲は東側および南側が市道に、西側があみだ池筋に面しており、北側は民地の道路を挟んで J R環状線の高架橋に近接している(写真 2)。

本報告では、地下、地上工事における近接施工に配慮した施工計画とその施工記録について報告するとともに、近接構造物である J R高架橋に対して実施した影響評価手法を紹介する。



写真 2 敷地状況

表 1 工事概要

工事名称	福島 5 丁目・7 丁目共同開発計画新築工事
工事場所	大阪市福島区福島 5 丁目 52 番 1 号、7 丁目 2 番 1
発注	阪神電気鉄道(株)・JR 西日本不動産開発(株)
設計	久米設計・鴻池組設計共同企業体
監理	(株)久米設計
施工	(株)鴻池組 大阪本店
工期	平成 29 年 10 月 18 日~令和元年 5 月 15 日
用途	ホテル・物販店舗
構造・規模	(ホテル棟) S 造、地上 12 階 地下 1 階 塔屋 1 階 (物販店舗棟) S 造、地上 3 階 建築面積 1,666.28 m ² 延床面積 11,104.92 m ²
杭仕様	既製杭 (φ700~1000、最長 32m)

*1 大阪本店 建築部

*2 大阪本店 建築技術部

2. 工事計画の概要

2.1 建物概要

ホテル棟は鉄骨造、地上12階、地下1階で、地上階はホテル、地下階は機械室となっている。物販店舗棟は鉄骨造、地上3階で、2棟はエキスパンションジョイントで接続されている。また、主な外装仕上げは両建物とも押出成形セメント板にフッ素樹脂塗装となっている。建物配置と断面図を図2～4に示す。

2.2 地下工事計画

ホテル棟の地下部分の基礎底はGL-4.6～7.1m、物販店舗棟は地下がなく基礎底はGL-2.9～3.7mである。敷地周辺の地盤は地下水位がGL-2mと高いことから、山留め壁にはソイルセメント壁による遮水工法を採用した。支保工は鋼製切梁とし、基礎の深いホテル棟は切梁2段（段差部1段）、浅い物販店舗棟は切梁なしの自立山留めとした。

また、北側に近接するJR高架橋の影響を考慮した工事計画を策定するため、山留め、杭、掘削の各工事に対して、「都市部鉄道構造物の近接施工対策マニュアル」¹⁾（以下、「近接施工マニュアル」という）を参考に近接程度の判定を行い、対策を実施した。

2.3 地上工事計画

ホテル棟北側のバルコニーとJR高架橋側の敷地境界との離隔距離が約3mと極めて接近していることから、鉄骨建方や外部足場の組立解体作業において、万一資材が越境あるいは飛散した場合には、鉄道の運行に支障をきたす。そのため、保安全管理体制や有資格者の配置等を適切に行い、安全運行に最大限配慮した各種対策を実施した。

2.4 近接協議

近接施工に際しては、事前にJR西日本と協議を行い、工事毎に工事計画を作成して承認を得た。詳細な工事計画等について次章以降で紹介する。

3. 近接施工に配慮した計画

3.1 山留め工事

近接施工マニュアルに基づき、無条件範囲（Ⅰ）、要注意範囲（Ⅱ）、制限範囲（Ⅲ）に分類して、近接程度の判定を行った。無条件範囲（Ⅰ）は変位・変形や応力等の影響が及ばないと考えられる範囲で、要注意範囲（Ⅱ）はまれに影響があると考えられる範囲、制限範囲（Ⅲ）は変位・変形や応力等の有害な影響が及ぶと考えられる範囲と位置付けられている。

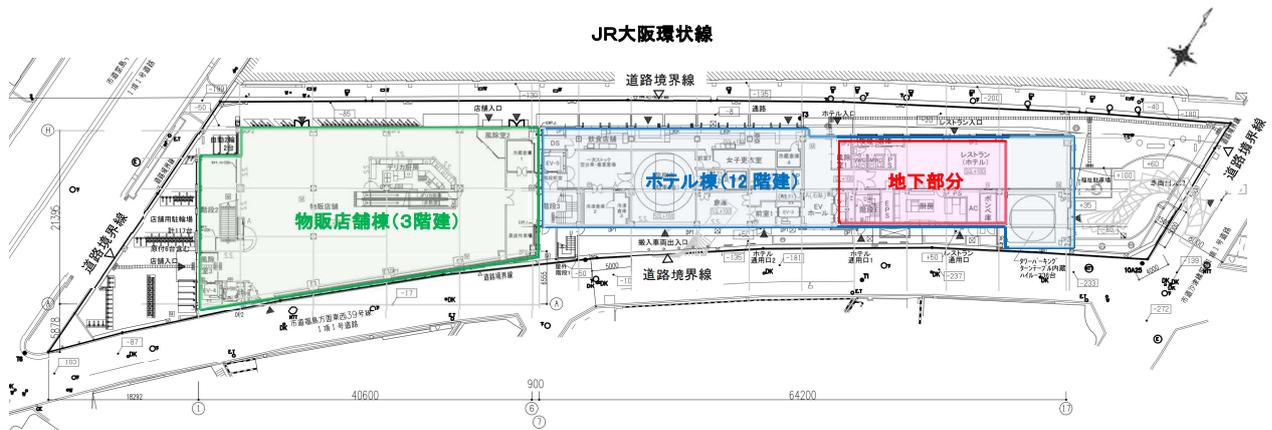


図2 配置図

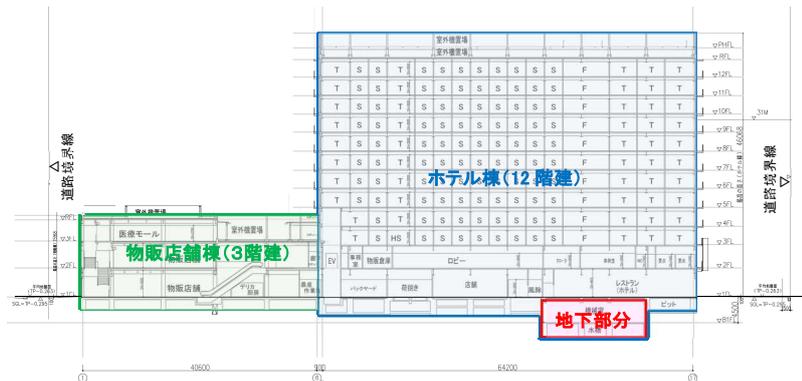


図3 東西断面図

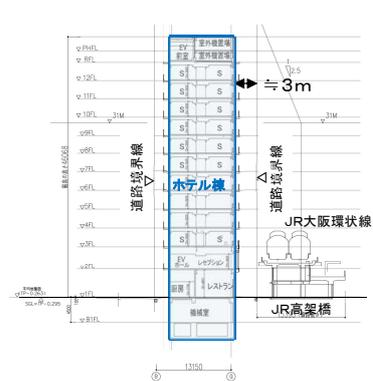


図4 南北断面図

3.1.1 近接程度の判定

図5に示すように制限範囲(Ⅲ)となる山留めはなかったが、JR高架橋側の山留めは要注意範囲(Ⅱ)に該当した。

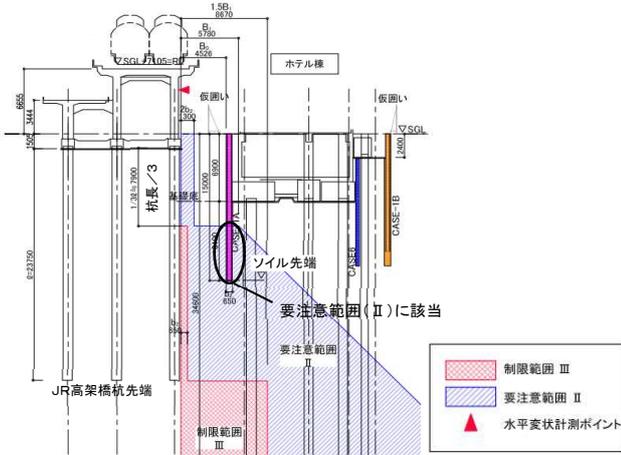


図5 山留め工事における近接程度の区分図

3.1.2 近接施工に配慮した計画および対策

近接協議の結果、下記の対策を実施した。

- 1) ソイルセメント壁構築時の孔壁保護管理
 - ・安定液の適正配合を決定する。
 - ・1回/日以上安定液試験を行い、良好な性状を確認する。
 - ・削孔中は常に安定液を注入し、孔壁崩壊を防止する。
- 2) JR高架橋の計測管理
 - ・自動計測により山留め工事の影響をリアルタイムに確認する。(詳細は次章で説明)
- 3) 軌道との接触防止策
 - ・表層地盤改良および敷鉄板敷設等により重機足元を強固に補強し、重機の転倒を防止する。
 - ・重機設置完了後、敷地境界との離隔、作業半径、足元の安定等を十分確認した上で作業を開始する。
 - ・作業終了後はブームの向きに注意し、各種ブレーキの作動を確認する。
 - ・クレーンの安全装置の点検、介錯ロープによる吊り荷の振れ止め、強風時の作業中止等、安全作業に努める。
- 4) 工事管理者と列車見張員の配置
 - ・工事管理者1名(現場内)および列車見張員4名(JR福島駅ホーム西、福島駅高架下浄正橋踏切、野田駅ホーム、野田駅外回り)を配置し、列車の安全運行と重機の転倒などの万一に備える。列車見張員の配置位置は図6の①～④の位置とする。
 - ・①の内回り線の列車見張員は福島駅ホーム西側先端に配置し、列車が現場を通過する前に、工事管理者への手合図および無線連絡を行い、重機、クレーン等の旋回を停止させる。②～④の列車見張員は重機の転倒時には直ちに列車を停止させる。



図6 列車見張員の配置計画

3.2 杭工事

山留め工事と同様に近接程度の判定を行った。

3.2.1 近接程度の判定

図7に示すとおり、杭の大部分が要注意範囲(Ⅱ)となり、JR高架橋に最も近い杭は制限範囲(Ⅲ)に該当した。

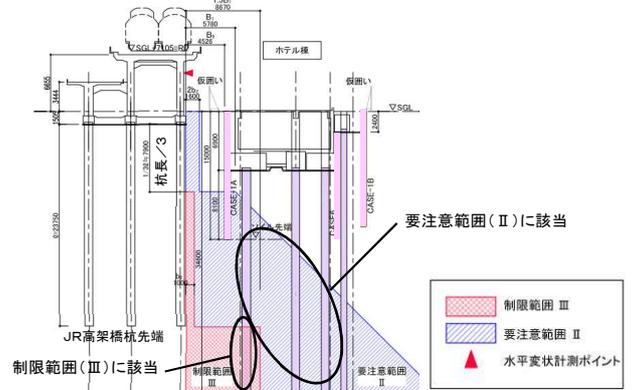


図7 杭工事における近接程度の区分図

3.2.2 近接施工に配慮した計画

近接協議の結果、山留め工事に準じた下記の対策を実施した。

- ・プレボーリング工法における孔壁保護管理
- ・JR高架橋の計測管理
- ・軌道との接触防止策
- ・工事管理者と列車見張員の配置

3.3 掘削工事

山留め工事と同様に近接程度の判定を行った。

3.3.1 近接程度の判定

図8に示すとおり、掘削範囲は全て要注意範囲(Ⅱ)となった。

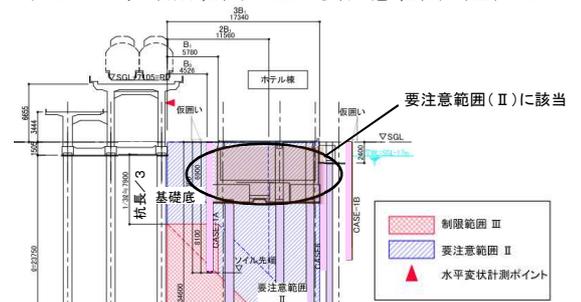


図8 掘削工事における近接程度の区分図

3.3.2 近接施工に配慮した計画

近接協議の結果、山留め・杭工事に準じた対策に加え、下記の対策を実施した。

1) 山留め壁の解析

- ・事前に弾塑性法による解析を行い、J R高架橋の管理基準値を満たす山留めの仕様を決定した。山留め計画と部材リストを図9に示す。

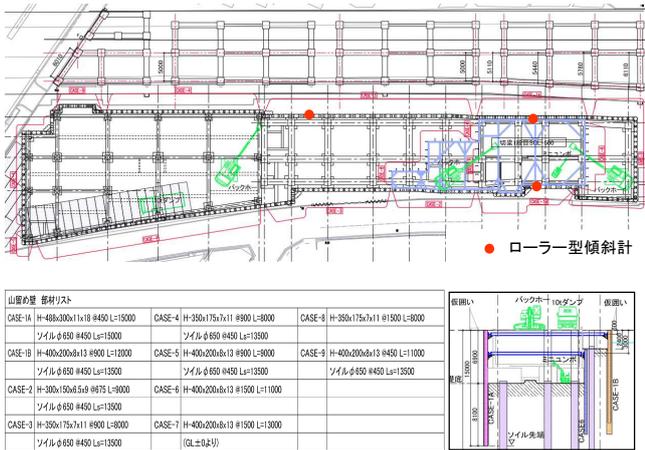


図9 山留め計画と部材リスト

2) 山留め壁の計測管理

- ・ローラー型傾斜計を3ヶ所に設置して施工段階毎に山留め変位の手動計測を行い、設定した管理値と比較しながら慎重に工事を進めた。ローラー型傾斜計の設置箇所を図9に示す。また、山留め変位の計測管理フローを図10に、管理基準値を表2に示す。

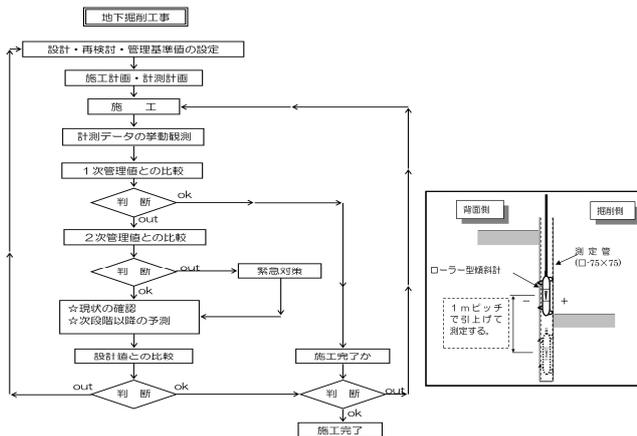


図10 山留め計測管理フロー

表2 山留め変位の管理基準値

計測対象	計測項目	計測器名	ケース	CASE-1A	
				1次管理値	2次管理値
山留め壁	変形	差動トラス式ローラー型傾斜計 (INA-SOOP)	1次掘削	2.27mm	2.84mm
			2次掘削	7.62mm	9.53mm
			3次掘削	12.98mm	16.23mm
			1段切梁解体	12.14mm	15.18mm
			2段切梁解体	12.50mm	15.63mm

1次管理値 : 事前の予測計算値の80%
2次管理値 : 事前の予測計算値の100%

3) J R高架橋の計測管理

- ・自動計測により掘削時の影響をリアルタイムに確認する。(詳細は次章で説明)

3.4 地上工事

近接協議の結果、地上工事においては下記の対策を実施した。

1) 工事管理者と列車見張員の配置

- ・鉄骨建方、外部足場組立・解体作業時は、「営業線近接」として工事管理者1名(現場内)および列車見張員1名(J R福島駅ホーム西側先端)を配置する。

2) 重機作業への配慮

- ・内回り列車の接近時は、重機の移動や旋回を一時ストップさせ、高架躯体に接触しないように監視する。
- ・材料揚重時の移動は南側旋回を原則とし、揚重作業終了時はクレーン主ブームを縮め、西または東へブームを向ける。

3.4.1 鉄骨建方計画

鉄骨建方計画の一部を図11、図12に示す。鉄骨建方は、建物が東西に長い為、建方効率を考慮して建て逃げ方式を採用した。敷地東側および西側に各々移動式クレーン(130tオールテレーンクレーン)を設置し、ホテル棟東側工区(A工区)およびホテル棟西側工区(B工区)の鉄骨建方を実施した。物販店舗棟工区(C工区)は小型の移動式クレーン(25tラフテレーンクレーン)にて建方を行った。

鉄骨建方工事は、前節の安全対策を実施することにより、全て昼間作業で施工することができた。

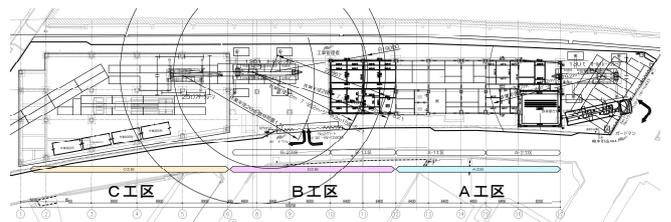


図11 鉄骨建方計画図(平面)の一部

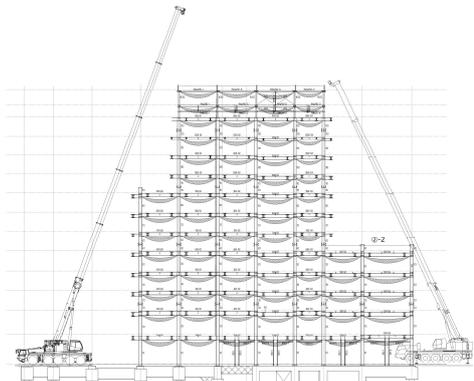


図12 鉄骨建方計画図(断面)の一部

3.4.2 外部足場計画

外部足場の組立は、鉄骨建方と同様に敷地の東西に設置した移動式クレーンにより、枠組足場をユニット化して組立てる大組工法を採用した。

外部足場の解体では、立体駐車場廻りの足場は移動式クレーンによる大払しを行ったが、その他は全て手払しによる解体とした。特に J R 高架橋に近接している北面の足場は、下部の 6 段までは手払し後そのまま地上へ荷降しを行い、上部の足場は手払し後、バルコニーを利用して水平運搬を行い、工事用エレベータを使用して搬出した(図 13)。

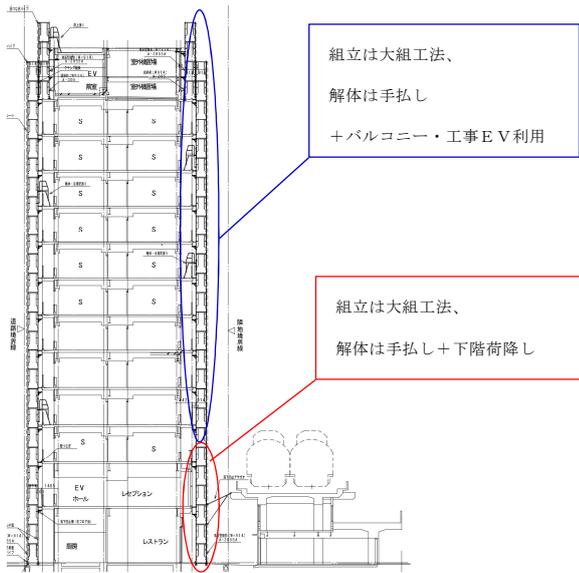


図 13 外部足場計画図(断面)

4. J R 高架橋の影響評価

4.1 影響評価方法

J R 高架橋は GL-1.5m を基礎底とする地上約 7m の鉄筋コンクリート造で、GL-25m の砂層に既製杭にて支持されている。近接程度の判定の結果、山留め工事や杭工事での地中削孔で地盤を緩めること、掘削工事中に山留め壁が変位することにより、J R 高架橋の基礎や杭に影響を及ぼすことが懸念されたため、下記による J R 高架橋の影響評価を行った。

- ・ F E M 解析による地盤と J R 高架橋の変位予測
- ・ J R 高架橋の変位の管理基準値の設定
- ・ 工事中の計測管理

4.2 F E M 解析

山留めの解析変位量を基準に、F E M 解析手法を用いて地盤および J R 高架橋の変位量を予測した。F E M 解析結果を図 14 に示す。

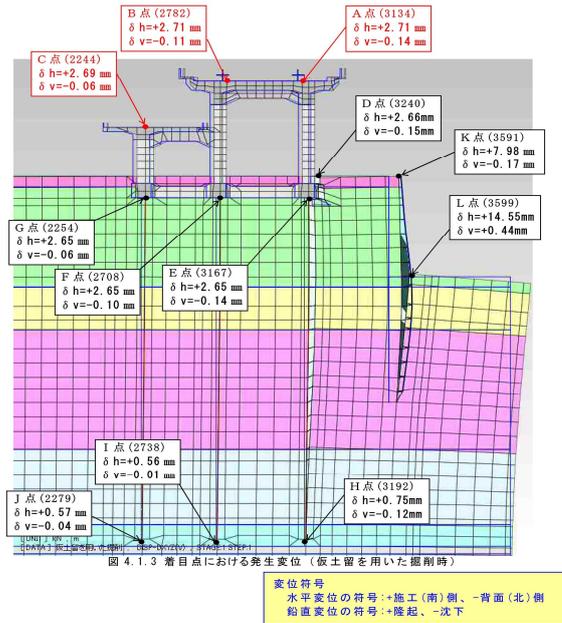


図 14 F E M 解析結果

4.3 J R 高架橋の管理基準値

J R 西日本(保線区)との協議の結果、J R 高架橋の変位管理は水平変位のみが対象となったが、管理基準値は±3mm という極めて小さな値となった。表 3 に解析結果と管理基準値を示す。

表 3 水平変位に対する解析結果と管理基準値

着目点	解析結果(判定)	管理基準値
A 大阪環状線内回り	+2.71mm (OK)	±3mm 以内
B 大阪環状線外回り	+2.71mm (OK)	±3mm 以内
C 梅田貨物線	+2.69mm (OK)	±3mm 以内

4.4 計測管理

J R 高架橋の変位計測は、計測箇所 7 ヶ所、1 日 3 回の頻度で 3 次元計測器(写真 3)を用いた自動計測とし、J R 西日本(保線区)への報告は毎週行った。計測位置を写真 4 および図 15 に、計測方法と頻度を表 4 に示す。



写真 3 3次元計測器



写真 4 計測位置

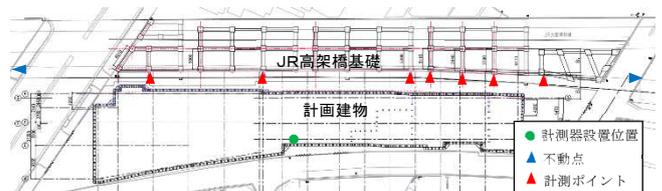


図 15 計測位置

表 4 計測方法と頻度

工程	計測方法・管理値	内回り剛柱	計測頻度	報告頻度	備考
準備工事	3次元計測器を用いた自動計測	7ヶ所×1点	初算値計測 1日3回	1日1回程度 変動がなければ 1週間に1回程度	山留め工事開始前 1週間
山留め工事	3次元計測器を用いた自動計測 管理値±3mm	7ヶ所×1点	1日3回	1日1回程度 変動がなければ 1週間に1回程度	北側施工時のみ 計測する
杭工事	3次元計測器を用いた自動計測 管理値±3mm	7ヶ所×1点	1日3回	1日1回程度 変動がなければ 1週間に1回程度	北側施工時のみ 計測する
掘削工事 切梁架設・解体時	3次元計測器を用いた自動計測 管理値±3mm	7ヶ所×1点	施工当初は2時間に1回 1日3回	1日1回程度 変動がなければ 1週間に1回程度	切梁架設・解体時 当日は6回程度計測
基礎躯体工事	3次元計測器を用いた自動計測 管理値±3mm	7ヶ所×1点	1日3回	1日1回程度 変動がなければ 1週間に1回程度	
基礎躯体完了後	3次元計測器を用いた自動計測 管理値±3mm	7ヶ所×1点	1週間経過計測	3日1回程度	1階床コン打設後 1週間
鉄骨工事 躯体工事 外壁工事	計測なし				



写真7 掘削状況



写真8 鉄骨建方状況



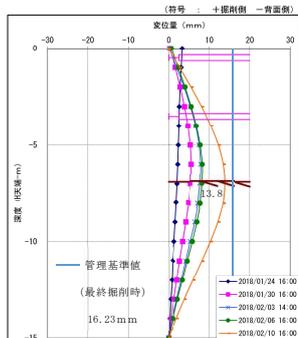
写真9 外部足場組立状況

4.5 計測結果

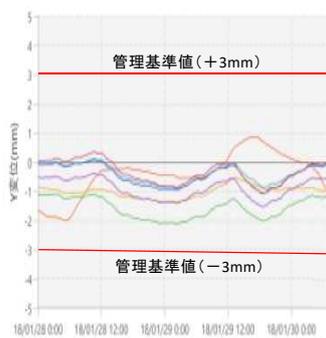
J R高架橋の水平変位は、計測対象の工事期間を通じていずれも管理基準値以下であった。

なお、山留め変位の計測値は、いずれのケースも山留め管理基準値以下であった。

【 傾斜計分布図 】



【山留め変位の一例】



【 J R高架橋水平変位の一例】

図 16 計測結果（一例）

5. 施工状況

各近接工事の施工状況を写真5～9に示す。



写真5 ソイルセメント壁施工状況



写真6 杭打設状況

6. まとめ

「福島5丁目・7丁目共同開発計画」における近接施工について報告した。非常に厳しい施工条件の中でJ R高架橋や列車の運行に影響を与えることなく、また、工事を中断することなく安全に工事を終えることができた。今回の経験および施工技術を今後の類似案件に活かしていきたい。

謝辞

本建物の施工にあたり、発注者である阪神電気鉄道様およびJ R西日本不動産開発様、設計監理者である株式会社久米設計様には、多大なるご指導、ご協力を賜りました。関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 財団法人鉄道総合技術研究所：都市部鉄道構造物の近接施工対策マニュアル、平成19年1月