

9. 地下躯体工事における工期短縮

社名： 戸田建設(株)

氏名： 大河内 祥志

| 項 目 | 内 容 |
|---|---|
| 1. 工事概要 | |
| (1) 工事名称 | 某病院新築工事 |
| (2) 規模(延床面積・階数) | 延床面積: 12, 694㎡、地下2階、地上12階 |
| (3) 用途 | 病棟、宿舎 |
| (4) 主要構造 | 地下SRC造、地上S造 |
| (5) 建設地 | 東京都墨田区 |
| (6) 施工期間 | 2012年1月～2015年3月 |
| (7) 工事費 | — |
| (8) 設計者 | — |
| 2. 改善概要 | |
| (1) 狙い・目的 | ・超軟弱地盤の山留め工事における安全性確保、工期短縮、施工性の向上を図る。 |
| (2) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の問題・課題など改善前の状況) | ・超軟弱地盤のため逆打ち工法の採用が必要であった。 ・外周基礎が地下外壁から外に出ており、地下外壁を防水する仕様となっていたため、外壁面より850mmの位置にSMW壁を設置する必要があった。 |
| (3) 改善概要 | ・セミ逆打ち工法を採用し、1階先行床と深層地盤改良により山留め壁の変形を拘束し、中間の支保工を削減した。 ・山留め壁と1階先行床躯体の外壁間にコンクリートの仮設床を設置し、山留め反力を伝達し、かつ埋め戻し前の外部足場の設置を可能にした。 |
| (4) 改善による効果 | |
| ・Q(品質) | ・1階仮設床の設置と深層地盤改良により山留め壁の反力を伝達し変形を拘束 |
| ・C(コスト) | — |
| ・D(工期) | ・逆打ち工法からセミ逆打ち工法への変更および埋め戻し前の足場設置による工期短縮 |
| ・S(安全) | ・1階先行床と深層地盤改良によるセミ逆打ち工法の採用で上下作業が減少し、安全性向上 ・山留め壁から本設躯体間を仮設床で塞ぐことで開口が減少し、安全性向上 |
| ・E(環境) | — |
| ・その他の効果 | — |

地下躯体工事における工期短縮

戸田建設(株) 東京支店
大河内 祥志

1. はじめに

本工事の概要は以下の通りである。

本稿では、超軟弱地盤における地下躯体工事の計画及び、施工記録を報告する。

2. 工事概要

工事名称：某病院新築工事

工事場所：東京都墨田区

工期：2012年1月～2015年3月

建物用途：病棟、宿舍

構造：地下SRC造2階，地上S造12階

敷地面積：17,574.68 m²

建築面積：1,483.15 m²

延床面積：12,693.59 m²

根切深さ：8.94m（常水位GL-1.5m）

杭工法：場所打ち鋼管コンクリート杭

3. 逆打ち工法の施工計画

本建物の施工は、工期短縮と超軟弱地盤における山留め安全性のため、発注段階から逆打ち工法の採用を検討していた。

逆打ちを行うにあたり、当初の計画では、地下の躯体構築を、1階先行床→B1階床→基礎→B2階床の順序で施工する一般的な逆打ち工法の計画であった。

しかし、敷地条件・施工効率を考慮し、図-1の施工ステップ図に示すように、1階先行床構築後、最終床付レベルまで掘削し、基礎→B2階躯体→B1階躯体を構築する“セミ逆打ち工法”の計画とし、掘削終了後に地上鉄骨の建方を開始することとした。

1階先行床構築後、基礎から順に打ち上げていくことで、通常の逆打ち工法に比べ、施工効率の向上、工期短縮に繋がった。

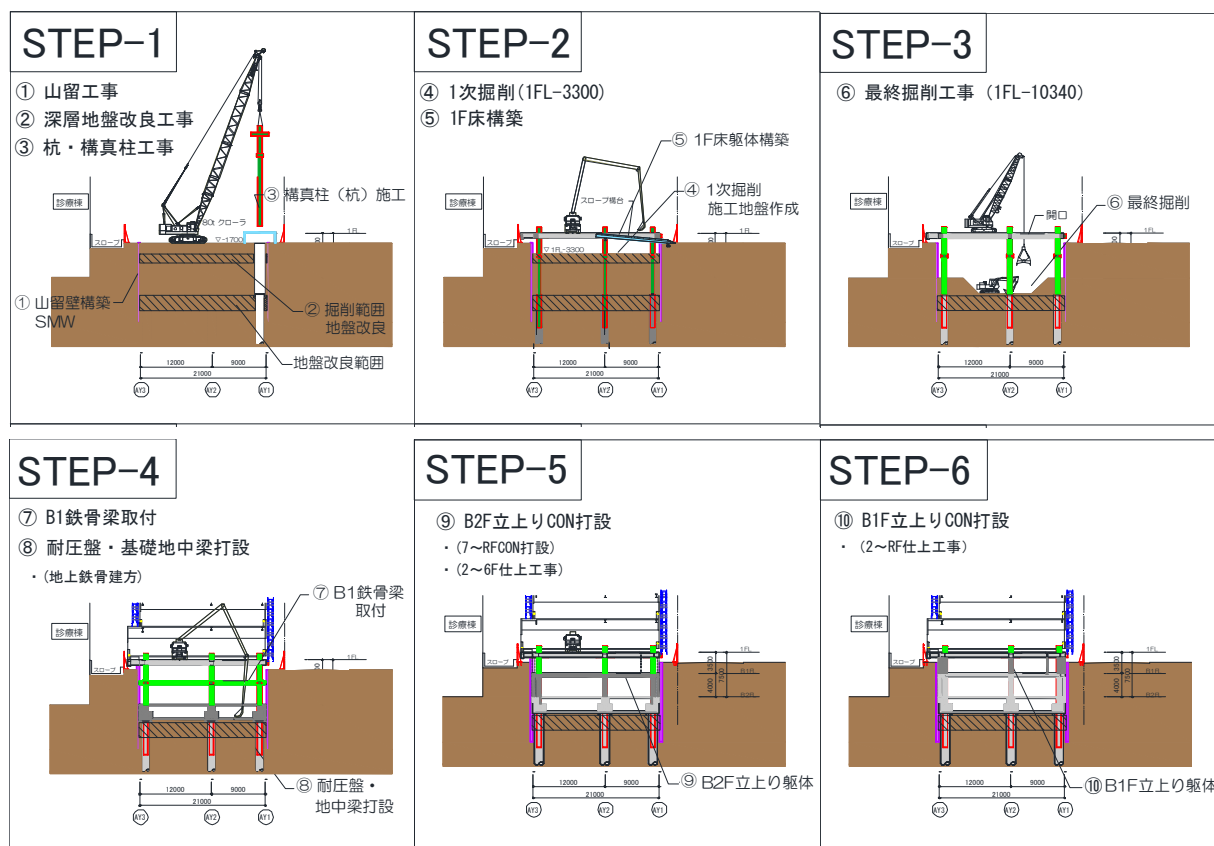


図-1 地下躯体工事 施工ステップ図

1 FL のレベルが、周辺地盤より 1.7m 高いため、1 階の先行床に上がる為のスロープが必要になった。そのため、本体 1 F 鉄骨梁に仮設のガセットプレートを取付け、それに根太材を取付けることで仮設スロープ構台を形成した（写真-1）。



写真-1 仮設スロープ構台

2 次掘削以降、地下階への資材は、1 階床に仮設開口を 2 か所設置して投入した。1 階の階高が 4 m と低く、クレーンで地下階へ揚重するには 2 階の梁にブームが干渉するため、この梁を後施工とする必要があった。後施工部を最小限にするため、一方の開口のみ 2 階の梁を取付けずに、ミニクレーンを使用する計画とした。もう一方は、天井クレーンを使用することで、梁が後施工とならないように計画した。

図-2 に山留め及び躯体の位置、レベル関係を表した断面図を示す。

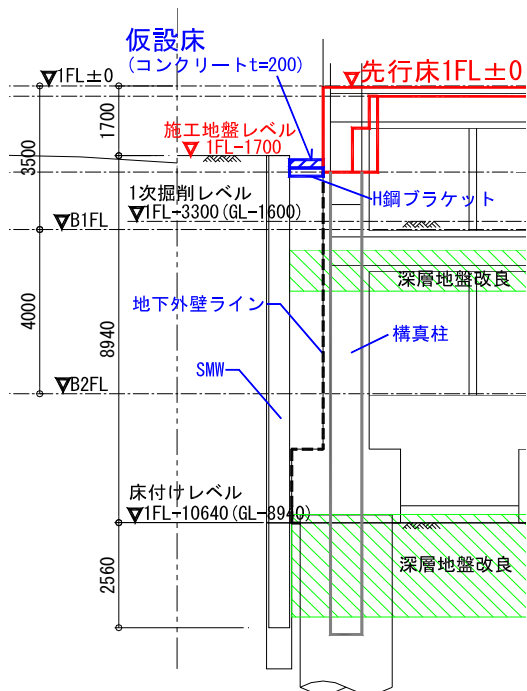


図-2 地下断面図

山留め壁は地下水位が高い (GL-1.5m 程度) ため、SMW 工法を採用した。ただし、本建物は地下外壁を外側から防水する仕様となっており、かつ基礎が外壁面より外側に配置されるため、外壁面より 850 mm 離れた位置に SMW 壁の打設を行う必要があった。

そこで、山留め壁頭部の支保工は、山留め壁と 1 階先行床躯体の間に厚さ 200 mm のコンクリートの仮設床を設置し反力を伝達出来るようにした（写真-2）。

なお、仮設床は埋戻し前に外部足場を設置できる強度として、工期短縮を図った。

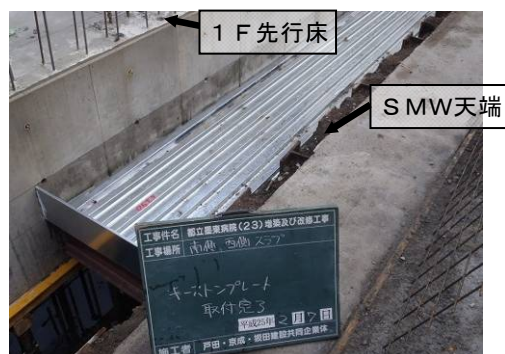


写真-2 外周仮設床施工状況

4. 構真柱工事

構真柱の挿入は、杭芯と構真柱芯に偏芯がないことから、杭コンクリート打設後とする後建て工法とした。施工時期が夏期を想定していたため、構真柱挿入部のコンクリート（杭天端から 3.5m 程度まで）に超遅延性減水剤を添加し、挿入性を確保する計画とした。施工時期が設計変更により 10～11 月に変更になったが、構真柱の建込みに時間を要した場合にコンクリートの流動性が低下し、建入れの精度確保が困難になることが懸念されたため、全ての杭に当初の予定通りに混和剤を添加した。また、事前にコンクリートの試験練りを行い、スランプの経時変化、ワーカビリティ、圧縮強度試験などの確認を行った。

建込み翌日の構真柱レベル計測では 2 mm 程度浮き上がり、その後沈降する傾向が見られた。この原因の一つに、杭頭が鋼管巻きであったことで、杭頭部水平方向のコンクリートが拘束され、温度上昇・低下による伸縮が上下方向のみに働いたことが考えられる。

当現場では構真柱の建込み時のレベル設定を±0mmで管理し、杭34本の平均値は、施工直後+0.1mm、施工翌日+2.5mm、掘削後（杭完了1～2ヶ月後）-2.5mmであった。

写真-3 に施工状況、写真-4 に構真柱建入れ状況、写真-5 に建込み確認状況を示す。



写真-3 構真柱施工状況



写真-4 構真柱建入れ状況



写真-5 構真柱建込み確認状況

5. 軟弱地盤における山留め掘削工事記録

5.1 深層地盤改良工法（SDM工法）の採用

当敷地の地盤は、GL-30m程度までN値 0～3 のシルト層が続く軟弱地盤で、掘削深さはGL-8.94mである。逆打ち工法を行うにあたり、地下工事の施工性にも優れるため深層地盤改良工法（SDM工法）を採用する計画とした。

改良厚さ及び平面配置に関して、幾通りもの検討を行い、施工ステップを考慮して1次掘削及び床付け下部にそれぞれ先行切梁として深層地盤改良を行う計画とした。図-3 に深層地盤改良工法の範囲平面図及び傾斜計による測定位置図、図-4 に断面図を示す。

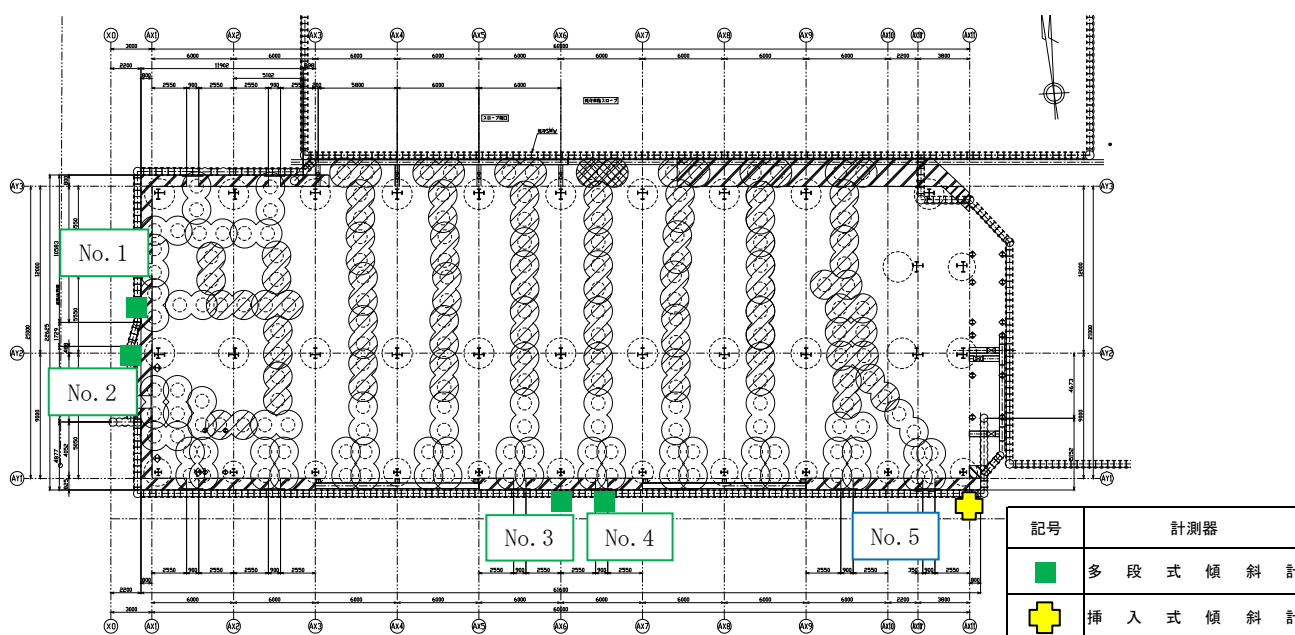


図-3 深層地盤改良工法の範囲平面図及び傾斜計による測定位置図

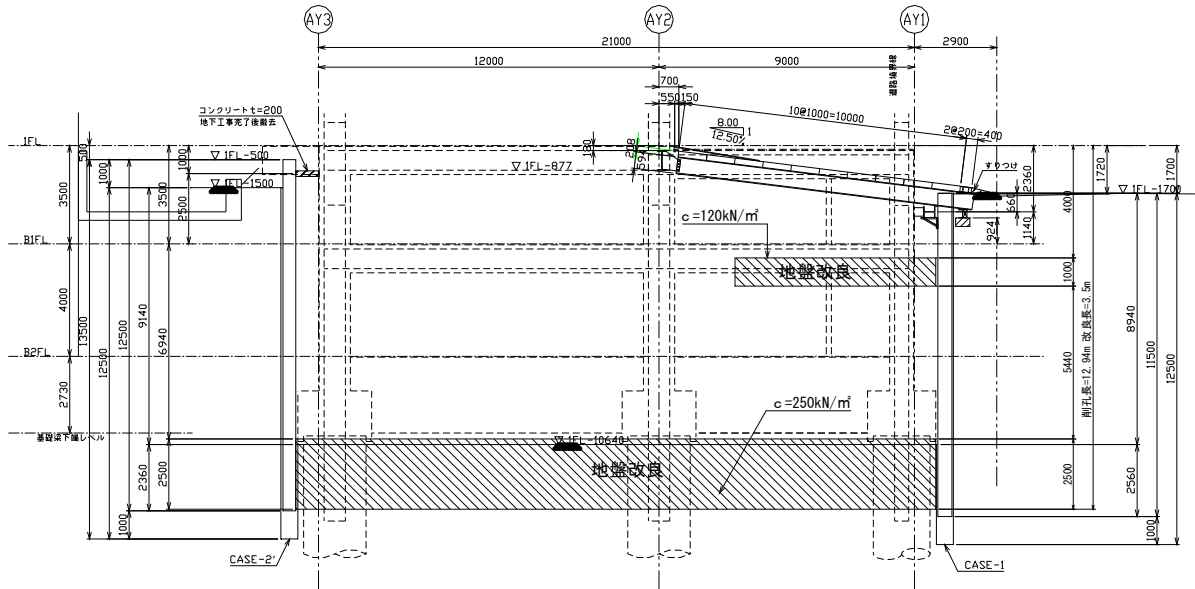


図-4 深層地盤改良工法による改良強度と範囲断面図

改良体強度は、事前の汚染土壌用ボーリング調査時に採取した土を用いて固化材添加量と水セメント比により各段6ケースに分けた室内配合試験を行い、過去の実績も考慮して室内試験強度と設計強度の比(A/C)を1.5倍で設計した。表-1に室内配合試験と現場採取試験の結果を示す。

5.2 長期材令における改良強度の推移

本現場では、深層地盤改良施工完了から掘削まで5ヵ月程度期間があるため、長期材令における強度発現の試験を行った。材令56日までは大きな伸びが見られ、それ以降は強度発現が納まる傾向となった。また、地盤の拘束効果による強度の違いを検証するために、試験室での水中養生と、掘削後の頭部コア供試体を比較したが、ほぼ同じ強度であった。図-5に地盤改良体一軸圧縮強度と材令を表したグラフを示す。

表-1 室内配合試験と現場採取試験の結果

| 配置 | 室内配合試験 | | | 現場採取試験 | C.設計強度 (kN/m²) | 強度比較 | | | | | |
|-----|--------------|---------------|-------|----------------|----------------|------------------|-------|------------------|------|------|------|
| | 水セメント比 (W/C) | セメント量 (kg/m³) | 材令 | | | A.一軸圧縮強度 (kN/m²) | 材令 | B.一軸圧縮強度 (kN/m²) | A/C | B/C | B/A |
| 上段部 | 100 | 7 | 137 | 143 | 2.3~ 3.3 | 900 | 28 | 409 | 1.5 | 1.29 | 0.86 |
| | | | 56 | 697 | | | | | | | |
| | | | 7 | 426 | | | | | | | |
| | | | 28 | 770 | | | | | | | |
| | | | 56 | 1,350 | | | | | | | |
| | | | 171 | 56 | | | 1,163 | | | | |
| | 150 | 7 | 205 | 521 | 2.3~ 3.3 | 900 | 28 | 890 | 1.5 | 1.29 | 0.86 |
| | | | 56 | 1,574 | | | | | | | |
| | | | 7 | 111 | | | | | | | |
| | | | 28 | 161 | | | | | | | |
| | | | 56 | 197 | | | | | | | |
| | | | 124 | 7 | | | 203 | | | | |
| 底板部 | 100 | 7 | 99 | 161 | 8.74~ 11.24 | 1,760 | 28 | 262 | 1.5 | 1.47 | 0.98 |
| | | | 56 | 390 | | | | | | | |
| | | | 7 | 269 | | | | | | | |
| | | | 28 | 312 | | | | | | | |
| | | | 56 | 500 | | | | | | | |
| | | | 171 | 7 | | | 676 | | | | |
| | 150 | 7 | 137 | 1,397 | 8.74~ 11.24 | 1,760 | 28 | 1,544 | 1.5 | 1.47 | 0.98 |
| | | | 56 | 2,639 | | | | | | | |
| | | | 7 | 1,148 | | | | | | | |
| | | | 28 | 2,278 | | | | | | | |
| | | | 56 | 3,947 | | | | | | | |
| | | | 171 | 7 | | | 1,706 | | | | |
| 150 | 7 | 205 | 3,282 | 8.74~ 11.24 | 1,760 | 28 | 3,282 | 1.5 | 1.47 | 0.98 | |
| | | 56 | 6,001 | | | | | | | | |
| | | 7 | 481 | | | | | | | | |
| | | 28 | 765 | | | | | | | | |
| | | 56 | 1,320 | | | | | | | | |
| | | 124 | 7 | | | 544 | | | | | |
| 150 | 7 | 99 | 898 | 8.74~ 11.24 | 1,760 | 28 | 765 | 1.5 | 1.47 | 0.98 | |
| | | 56 | 1,320 | | | | | | | | |
| | | 7 | 544 | | | | | | | | |
| | | 28 | 1,125 | | | | | | | | |
| | | 56 | 2,091 | | | | | | | | |
| | | 124 | 7 | | | 898 | | | | | |
| 150 | 7 | 149 | 1,600 | 8.74~ 11.24 | 1,760 | 28 | 1,600 | 1.5 | 1.47 | 0.98 | |
| | | 56 | 2,851 | | | | | | | | |
| | | 7 | 676 | | | | | | | | |
| | | 28 | 1,397 | | | | | | | | |
| | | 56 | 2,639 | | | | | | | | |
| | | 171 | 7 | | | 1,148 | | | | | |

※太文字が採用した配合

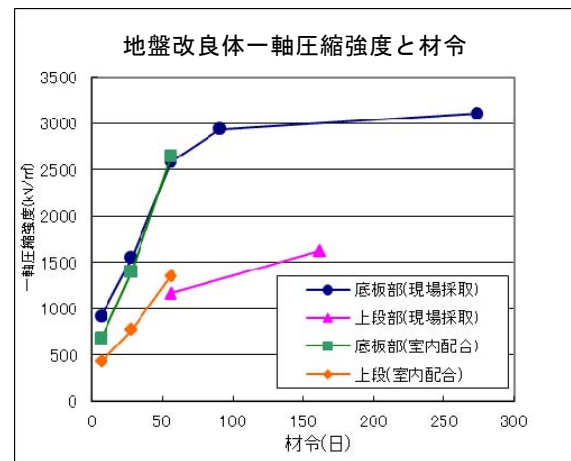


図-5 地盤改良体一軸圧縮強度と材令

5.3 計測結果と対応策

図-6 に山留め壁の変位量を示す。床付け時の山留め変位量は設計値 25.9 mm に対し、最大で中間部が 53.9 mm，根入れ部で 45.6 mm となった。掘削中に変位が増大していったため，山留め壁に溝型鋼をつなぎ材として溶接し，補強を行った（写真-6）。また，多段式傾斜計の計測において，本設杭に隣接する山留め壁の変位は，地盤改良工法なしの場合と地盤改良工法ありの場合とでは，両者の計測結果に大きな違いは無かった（図-3，6 参照）。

山留め壁の変形は，捨てコン打設後も増加し，10日間程度変形が進んでいた。掘削開始後から1回/週程度の頻度で光波計測にて芯材の天端を計測し，傾斜計データに反映して補正を行った。このような計測をしていたため，変形量が過大であったことが計測により確認できた。山留め壁の足元が動くような地盤では，このような計測管理が重要である。

頭部での変位は，1F 先行床構築後，躯体の温度変化による伸縮に伴い，建物の長辺方向 60m に対し平均 3 mm の変化が計測された。また，周辺地盤の沈下量は最大 7~8 mm，平均 4~5 mm 程度であった。



写真-6 溝形鋼による山留め壁補強状況



写真-7 SMW芯材と密着していない改良体

地盤改良体位置に関して，床付け時に自主検査を行った結果，一部でSMW芯材と密着していない改良体が確認された（写真-7）。

本工事ではSMW芯材と改良体外周が接する配置となるよう計画をしたが，今後はSMW芯材と地盤改良体両者の施工精度も考慮して，芯材と改良体外周が 200~250 mm 程度ラップする配置で計画する必要がある。

山留め壁の変形量が過大となった原因として，中間に切梁がなく，山留壁の支点間距離が長いことに対して，根入れ長さが小さかったこと，それにより床付け部の改良体に大きな荷重が作用し，地盤改良体が座屈するような形で足元が動いたことが考えられる。

対策として，評価および実際の計測は難しいが，ある程度の間隔（7~10m程度）で直行方向に拘束する改良体を配置する計画が望ましいと考える。また，構造上の問題もあるが，事前に安全性を確認し，構真柱から支持材を設置することも有効である。

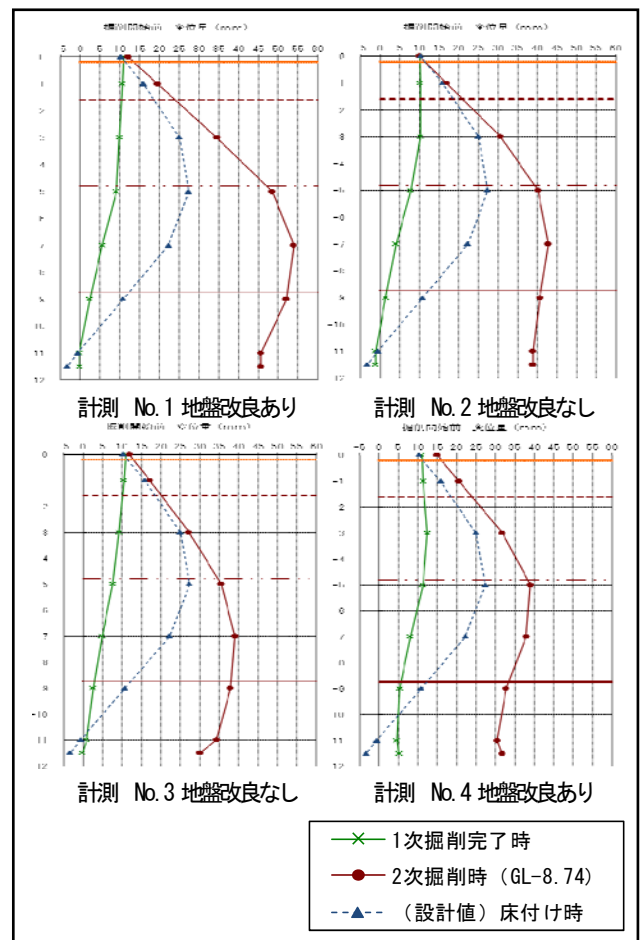


図-6 各計測点における山留め壁の変位量

6. 歩掛り

本工事における施工の歩掛りを表-2 に示す。当初の計画とほぼ近い値の歩掛りであった。

表-2 工種別歩掛り

| 工種別歩掛り一覧表 | |
|-----------|--------------------------|
| SMW | 110 m ² /日 |
| 杭（構真柱） | 1.5 本/日 |
| 深層地盤改良工法 | 6 セット/日 |
| 型枠（先行床） | 9.02 m ² /人・日 |
| 鉄筋（先行床） | 0.72t/人・日 |

7. 終わりに

多くの関係者の協力を得て、9月には地下躯体工事が完了し、地上躯体も上棟、改修工事を残して、来年4月末の増築部分引渡しに向け、仕上げ工事を進めています。

超軟弱地盤の山留計画、逆打ち工事等で、参考にいただければと思います。

無事故で、お客様に満足いただける建物を引き渡せるよう、引き渡しまで取り組んで参ります。

10. 型枠工事のCAD/CAM活用による生産性向上

社名：(株)竹中工務店

氏名：大田川 滋裕

| 項 目 | 内 容 |
|---|--|
| 1. 工事概要 | |
| (1) 工事名称 | 八丈町新庁舎及び集会施設建設工事 |
| (2) 規模(延床面積・階数) | 延床面積:7,178㎡ 地上3階 |
| (3) 用途 | 庁舎及び集会施設 |
| (4) 主要構造 | RC造 |
| (5) 建設地 | 東京都八丈島 |
| (6) 施工期間 | 2011年7月～2013年2月 |
| (7) 工事費 | 3,646(百万円) |
| (8) 設計者 | 新居千秋都市建築設計 |
| 2. 改善概要 | |
| (1) 狙い・目的 | ・複雑な躯体形状の型枠工事の生産性向上を図る。 |
| (2) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の問題・課題など改善前の状況) | ・設計条件:壁厚の異なる複雑な多面形状の壁型枠の加工・組立てが難しい。 ・地理条件:産廃の島内処分ができない。 ・労務条件:型枠大工が不足している。 |
| (3) 改善概要 | ・新しい工場加工の生産システムとして、3D躯体図モデルから中間ファイルを作成し、CAD/CAMを採用した。 |
| (4) 改善による効果 | |
| ・Q(品質) | ・材料加工ミス0(ゼロ) ・型枠建込精度確保 |
| ・C(コスト) | ・材料加工費73%低減 ・海上輸送・産廃処分費44%低減 |
| ・D(工期) | ・材料の加工期間32%短縮 ・型枠建込期間17%短縮 |
| ・S(安全) | ・危険作業事前打合せでの3D-CADの活用による作業手順の理解力向上 |
| ・E(環境) | ・型枠に使用するベニヤ34%削減 ・加工原寸図の紙資源100%削減 |
| ・その他の効果 | — |

型枠工事の CAD/CAM 活用による生産性向上

(株)竹中工務店
大田川 滋裕

1. 序論

本プロジェクトは、八丈町新庁舎及び集会施設を新築する工事である。

本論の背景には以下の3つの条件が挙げられる。

① 設計条件

鉄筋コンクリート造の構造的に複雑な多面形状の壁を構築する(図1)。しかも、同一壁面で壁厚が異なる(図2)。

② 地理条件

離島での工事のため、資材等は海上輸送が大半となる。

③ 労務条件

リーマンショックと東日本大震災の影響により、型枠大工が不足している。

以上3つの条件から課題を抽出し解決するために、CAD/CAMを活用した型枠工事の生産システムを改善し、成果が得られたので、その改善内容を報告する。

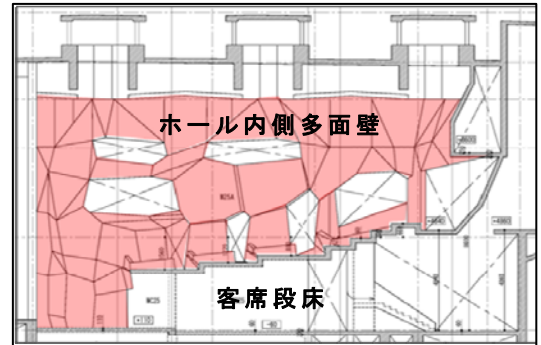


図1 集会施設棟断面図

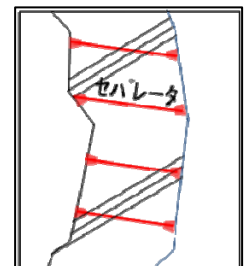


図2 多面壁断面図

2. 本論

2.1 工事概要

工事名称：八丈町新庁舎及び集会施設建設工事

建築主：八丈町長 山下奉也

建築地：東京都八丈島八丈町大賀郷 2546

設計：新居千秋都市建築設計

規模：RC造 地上3階 延床7,178 m²

改善対象：集会施設棟(図3)



図3 完成予想パース

2.2 現状と課題

序論で述べた3つの条件を踏まえ、通常の型枠工事の業務プロセスにおいて、以下の4つの課題が挙げられる。

① 設計図から躯体図を作成する段階では、意匠・構造・設備の不整合がおきやすい。

② 加工図作成・加工段階では、型枠の拾い・けがき・切断に多くの加工工数がかかる。

③ 現場型枠加工段階では、材料ロス分の海上輸送費がかかる。

④ 型枠・鉄筋の組立て段階では、躯体精度の確保が難しい。

2.3 改善のねらい

現状と課題を受けて、通常の型枠工事の業務プロセスに、複雑な形状の納まりの検討、施工・製作への CAD データ活用が可能という 3D-CAD の特徴を加えた CAD/CAM を活用して生産システムを改善する。

2.4 改善内容

2.4.1 新しい生産システム

従来の現場加工生産システムと新しい工場加工生産システムについて比較する（図 4）。

従来では、躯体図から展開図を作成し、それを基に紙ベースで型枠加工図を作成する。それから現場加工を行い、型枠を組立てる。この方法では、型枠加工図の作成と型枠の加工に多くの工数がかかる。

そこで新しい生産システムでは、3D 躯体図モデルから中間ファイルを作成し、CAD/CAM を利用することで加工工数を大幅に低減した。

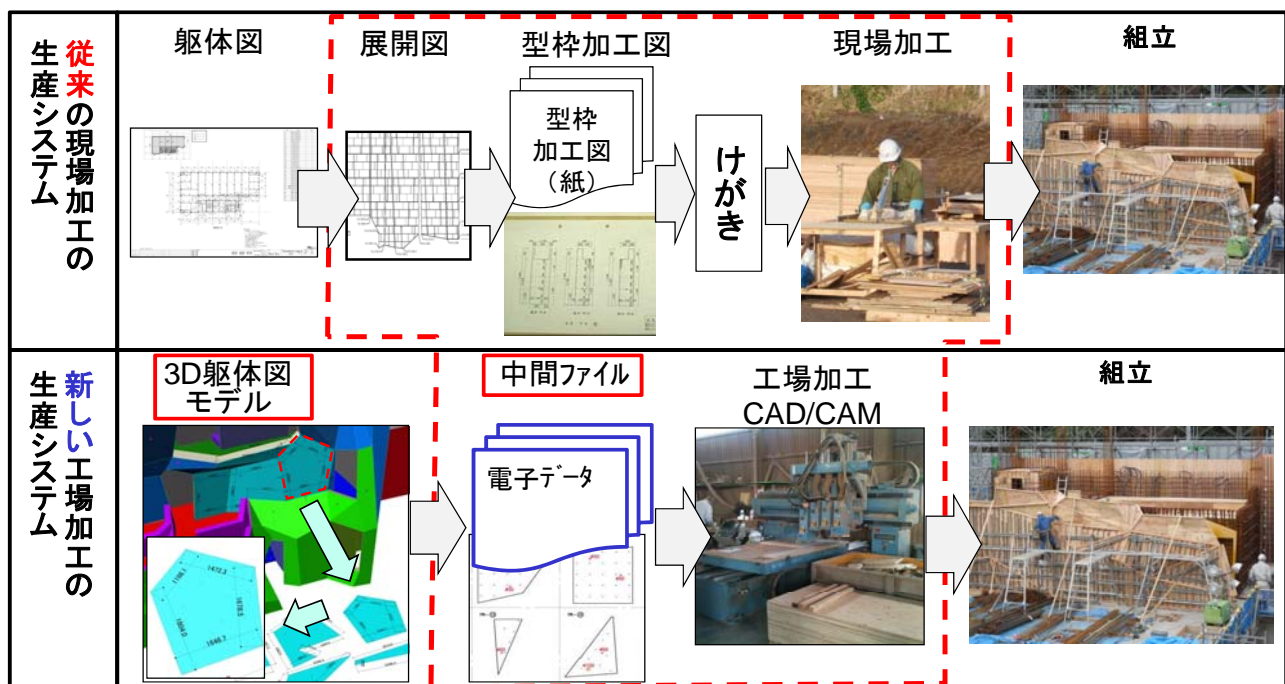


図 4 従来の生産システムと新しい生産システムの比較

2.4.2 3D 躯体図モデル

3D 躯体図モデルとは、意匠・構造・設備の整合が取れ、型枠、鉄筋の加工図の基図となるものである。（図 5）

同一壁面で壁厚が一定ではないため、長さの異なるセパレータの情報を含んでいる。また打込照明や打込金物の情報も含んでいる。化粧打放し仕上げ面に関しては、パネル割りの情報も含んでいる。（図 6）

2.4.3 中間ファイル

中間ファイルとは、3D 躯体図モデルから切り出した、形状のみの情報で CAD/CAM の基図となるものである。CAD/CAM に不要な通芯・寸法・符号等の情報を省略し、作図工数の低減を図った。(図 7)

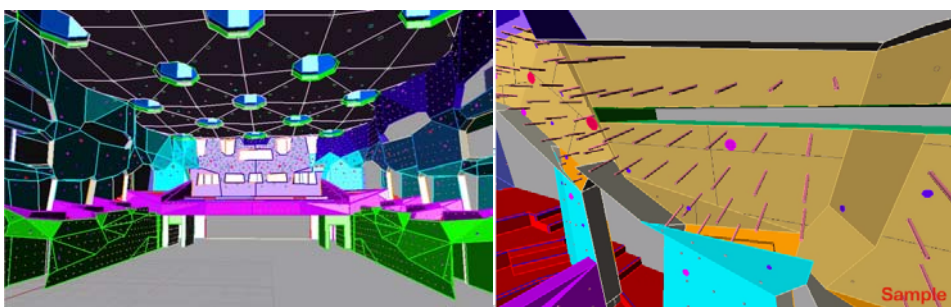


図 5 3D 躯体図モデル

図 6 セパレータ・打込金物

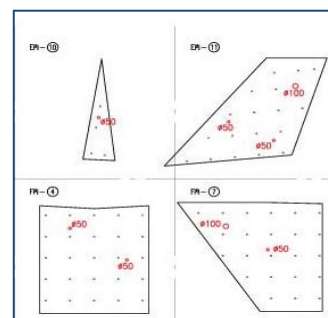


図 7 中間ファイル例

2.5 解決策

3D 躯体図モデルから中間ファイルを作成し、CAD/CAM による工場加工 (写 1) を行ったことで以下のメリットが挙げられる。

- ① 作図工数の削減
- ② けがき工数の削減
- ③ 人為的ミスがおきない
- ④ 中間ファイルを加工図として利用可能
- ⑤ ネスティング※注 1 による使用材料の削減 (図 8)

今回は多面壁の型枠のみを CAD/CAM したが、階段など職人の技量が必要で加工工数のかかる型枠についても、水平展開が可能であることを確認した。



写 1 NCマシンによる型枠加工

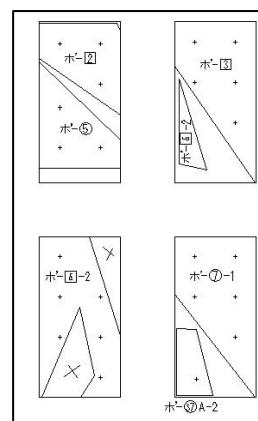


図 8 ネスティング

注 1: ネスティングとは、定尺板に対し加工形状を割り付けて、板取りを行うこと。

3. 結論

3.1 成果

改善した生産システムにより、本論で述べた4つの課題に対する成果を以下に述べる。

3.1.1 意匠・構造・設備の整合について

3D-CADを活用して、柱と設備スリーブの干渉、仕上面からの梁の露出などの不整合を21件解決した結果、整合の取れた3D躯体図モデルを作成した(図9)。

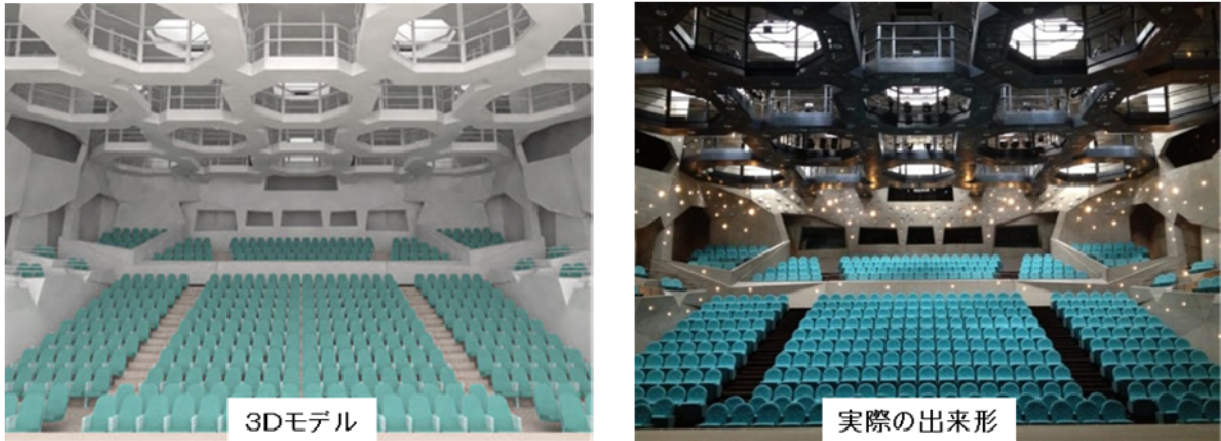


図9 出来形比較

3.1.2 加工工数について

従来の現場加工生産システムに対して、改善した新しい生産システムでは、加工に対する労務を779人工削減し、加工費を73%削減することができた(図10)。

また工場加工生産システムでは、従来システムに対して、中間ファイルを使用した結果、作図工数を31%削減できた。

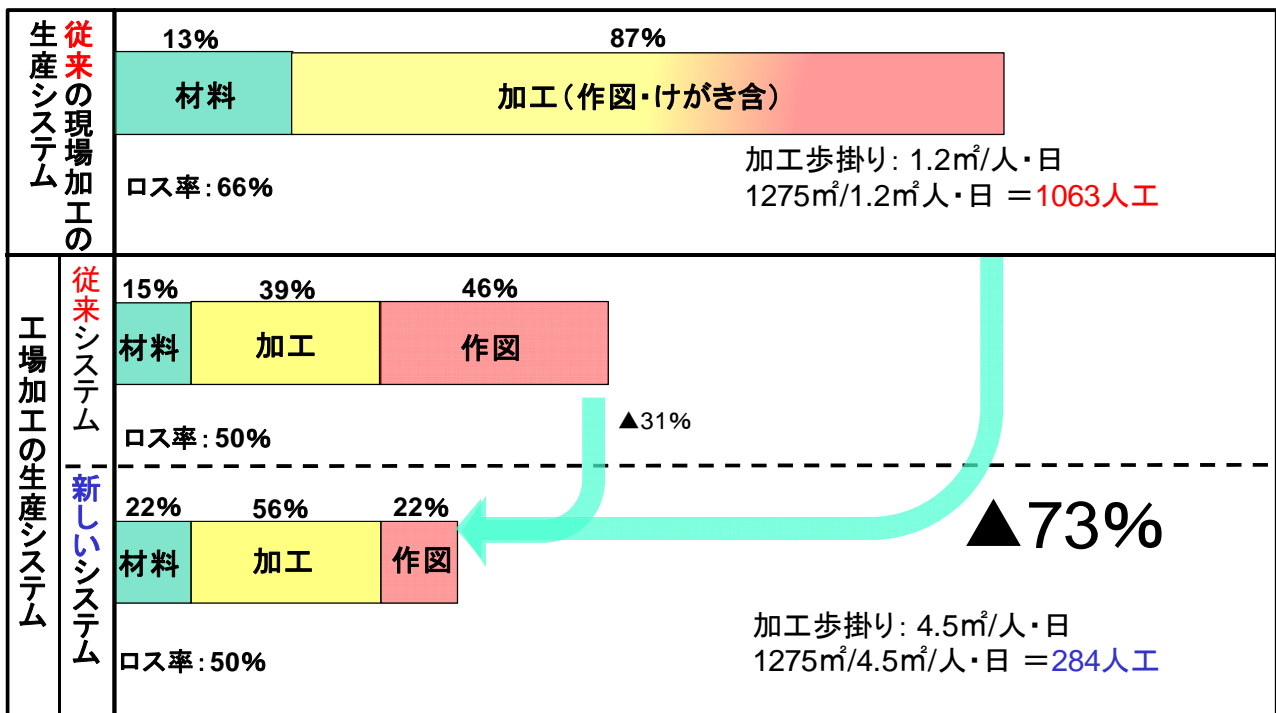


図10 型枠加工工数比較グラフ

3.1.3 海上輸送について

材料ロスを低減して必要分のみ搬入したことで、材料費・輸送費・産廃費の合計で44%削減した。

3.1.4 躯体精度について

壁厚さについて、3D躯体図モデルでセパレータの長さを計測し、所定の位置に所定の長さのセパレータを取り付けることで壁厚さを確保した(図11)。

壁の角度について、工場加工の際に型枠小口に角度を付けて加工し、組立後Pクランプで開き防止をし、型枠のジョイントが鋭角な場合は、変形桧木を使用した。

型枠脱型後、三次元測量により実測した結果、位置の許容差の標準値 $\pm 20\text{mm}$ (公共標仕・JASS5(2009))を確保した。

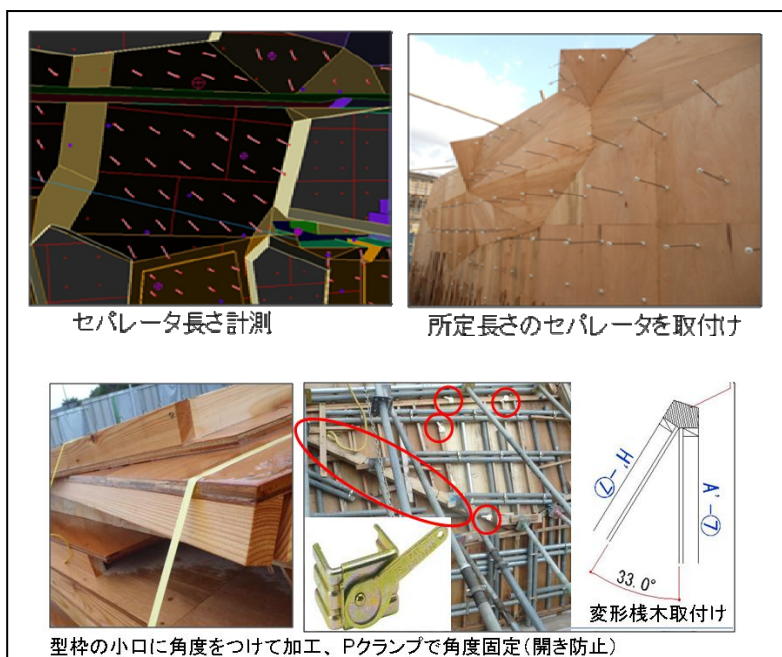


図11 組立て精度に対する成果

3.2 残された課題

階段など、職人の技量が必要で、加工工数のかかる型枠への更なる適用をすること。

3.3 今後の展開

加工図の基図を3D-CADで作成し、労務不足に対応できるように協力会社と協業し生産性を向上させること。

以上

11. 営業線直上部に新設する駅舎の鉄骨建方工法の改善

社名： 前田建設工業(株)

氏名： 久金 徹哉

| 項 目 | 内 容 |
|---|--|
| 1. 工事概要 | |
| (1) 工事名称 | 北陸新幹線、新黒部(仮称) 駅新築 |
| (2) 規模(延床面積・階数) | 延床面積:9, 134㎡、地上2階、プラットホーム階(地上3階部分) |
| (3) 用途 | 駅舎 |
| (4) 主要構造 | RC造・S造 |
| (5) 建設地 | 富山県黒部市 |
| (6) 施工期間 | 2011年12月～2014年6月 |
| (7) 工事費 | 1, 789(百万円) |
| (8) 設計者 | 独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 鉄道建設本部 北陸新幹線第二建設局 |
| 2. 改善概要 | |
| (1) 狙い・目的 | ・本工事の発注者よりプラットホーム下部で直交する富山地方鉄道線(営業線)の「列車運転阻害事故ゼロ」が強く求められたため、より安全な施工方法を検討する必要がある。 |
| (2) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の問題・課題など改善前の状況) | ・営業線が通過する数分前にクレーンのブームを越境しない状態にしエンジンを停止しなければならず、作業効率が低下する。 ・終電後の夜間作業は、近隣条件があり不可であった。 |
| (3) 改善概要 | ・営業線近接工事範囲外で鉄骨建方を行い曳家(以降トラベリング工法とする)にて所定の場所へ移動し設置した。 |
| (4) 改善による効果 | |
| ・Q(品質) | — |
| ・C(コスト) | — |
| ・D(工期) | ・在来工法(28日間)と比較して、8日間の工期短縮となった。 |
| ・S(安全) | ・トラベリング工法採用により、営業線上での建方作業が無い為、安全性が向上した。 |
| ・E(環境) | — |
| ・その他の効果 | — |

営業線直上部に新設する駅舎の鉄骨建方工法の改善

前田建設工業(株) 北陸支店
久金 徹哉



図-1 黒部宇奈月温泉駅外観パース

1 はじめに

本建物は、北陸新幹線 長野・金沢間の高崎起点253.14kmに位置する富山県黒部市の黒部宇奈月温泉駅である。(図-1・2)

当駅は、1階にコンコース、2階に倉庫、3階にプラットフォームがある2層の高架下駅で、全長312m・12両編成対応・2面2線の相対式ホームとなっている。旅客上家は多雪地域のため全覆型である。

また、立地条件として北側に北陸自動車道が平行に位置し、金沢方に富山地方鉄道が約50度の角度で交差している。(図-3)

富山地方鉄道線との協議では、営業線上空部の作業は営業線近接作業となり上空部以外の作業は通常作業となる事を確認している。



図-2 北陸新幹線 路線図

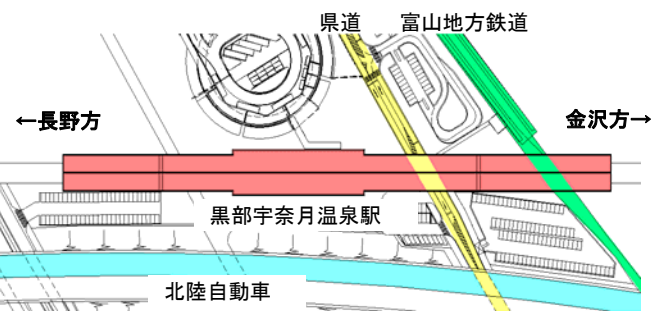


図-3 黒部宇奈月温泉駅位置図

2 工事概要

| | |
|------|---|
| 工事名称 | 北陸新幹線、新黒部(仮称) 駅新築 |
| 工事場所 | 富山県黒部市 |
| 工事期間 | 2011年12月～2014年6月 |
| 設計 | 独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 鉄道建設本部 北陸新幹線第二建設局 |
| 監理 | 同上 魚津鉄道建築建設所 |
| 施工 | 前田・西武・桜井 共同企業体 |
| 主要用途 | 駅舎 |
| 主要構造 | 地上3階建 RC造・S造 混在 |
| 面積 | 建築面積6,610㎡ 延床面積9,134㎡ |
| 高さ | 最高高さ21.85m 最高軒高21.63m |
| 屋根仕上 | 折板葺き |
| 外壁仕上 | 押出成形セメント板、アルミ樹脂複合板、スパンドレル |

3 工事の課題及びその背景

本工事は、プラットホーム下部で直交する富山地方鉄道線との営業線近接工事を「列車運転阻害事故ゼロ」にて進める事を強く求められた総合評価方式による入札案件であり、より安全な施工方法を求められた為、鉄骨建方をトラベリング工法で施工する技術提案を行い、採用され受注した。

トラベリング工法とは、実際の設置位置とは異なる場所で建方を行い、架構をスライドさせて実際の設置位置に移動する工法で、この工法であれば営業線近接作業にならない。

そこで、従来工法と同等の工事日程及びコストで、建方精度を確保しながら、架構を安全にスライドさせていく具体的な工法検討が必要となった。(図-4)



図-4 営業線近接作業エリア位置図

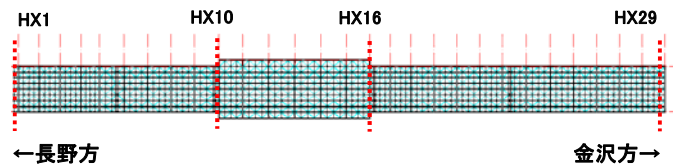


図-5 旅客上家図

【旅客上屋】

上家長さ312m、幅は約22mあり、HX1通り～HX29通りまで、28のブロックに分けている。HX10通り～HX16通りまでを拡幅部、その他は一般部と称している。(図-5)

【営業線近接エリア以外の鉄骨建方】

鉄骨建方において現場溶接を極力減らすため、柱・大梁一部・頬杖を地組みし、両端の柱部材を設置した後、棟部の大梁を落とし込む形式とした。(図-6)

【営業線近接エリアの鉄骨建方】

トラベリング工法以外の鉄骨建方としては、富山地方鉄道終電後の夜間作業が考えられたが、近隣に住宅があり現実的ではない。

また、日中作業で列車が通過する前にその都度、作業を中止する方法が考えられるが、20～30分毎に列車が通過し、その数分前から作業を中断することを考慮すると実質の作業時間が極端に短くなる。(表-1)

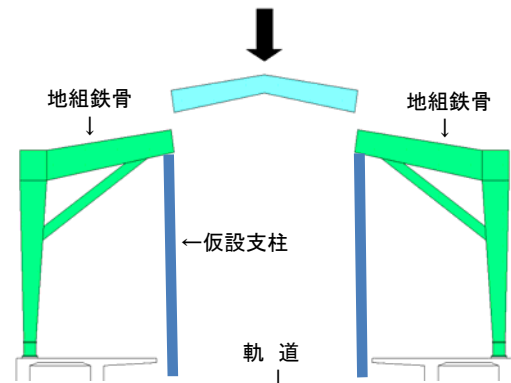


図-6 鉄骨建方計画図

表-1 トラベリング工法 妥当性の確認

| | 作業時間 | 建方の安全性 | 営業線へのリスク | コスト | 施工性 | 外部養生 | 近隣への配慮 | 評価点 |
|----------|------|--------|----------|-----|-----|------|--------|-----|
| 夜間作業 | △ | △ | × | △ | △ | × | × | 4 |
| 日中間欠作業 | × | ○ | × | ○ | × | × | ○ | 6 |
| トラベリング工法 | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | 13 |

凡例 ○:2点 △:1点 ×:0点

4 課題と改善対策の検討

本工事のトラベリング工法は、ホーム上に敷設した仮設レール(山留材 H-400*400)上で建方して、仮設梁(H-244*175)で連結した架構を約47m油圧ジャッキユニット(20t用1,000ストローク・H型鋼クランプ装置)にて牽引する計画とした。(図-7)

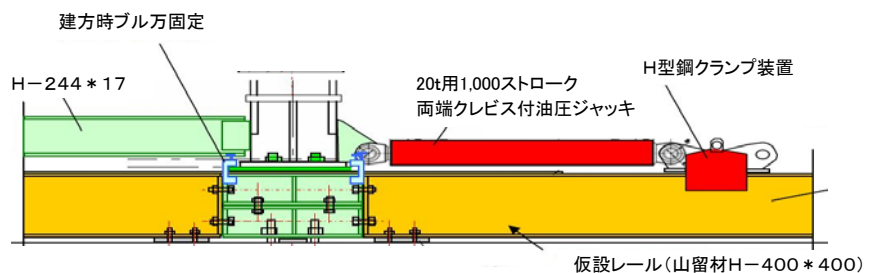


図-7 トラベリング概略図

このトラベリング工法を具体化する上でいくつかの懸案事項が挙げられたため、それぞれについて改善策を検討した。

①柱脚部の固定方法

課題： レール上で建方を行う為、柱の固定に調整が必要になり、建方精度の低下が考えられる。また、アンカーボルトが無い為、固定が不十分になり崩壊の恐れがある。

改善： 仮アンカーボルト付ベース(写真-1)をレール上に堅固に固定し、柱を所定のスパンに設置し、建方精度を向上させた。

②横移動の円滑化

課題： 摩擦抵抗が大きくレール上で横移動しなくなる。

改善： トラベリング時に摩擦抵抗値の小さいテフロン板を仮アンカーボルト付ベース(写真-2)に取付け、レール側にはステンレス板(写真-3)を取付けることによって、総重量310tを垂直荷重5%程度の水平荷重約15.5tで横移動することを可能とした。

③地震時の対策

課題： トラベリング中、地震($C_0=0.2$)に遭遇し、アンカーボルト付ベースがレールから脱落する。

改善： 地震時にレール直交方向に荷重がかかった時、水平荷重を受け止めるガイドピース(写真-2)を仮アンカーボルト付ベースに取付けた。

④レールの固定

課題： トラベリング時、躯体との固定が不十分だとレールが外れる。

改善： 柱一本当たり最大鉛直荷重が35tあるので、横移動時に掛かる最大水平荷重を1.75tと考え、レール固定用補強アングル及びその固定アンカーボルトを設定した。(写真-4)

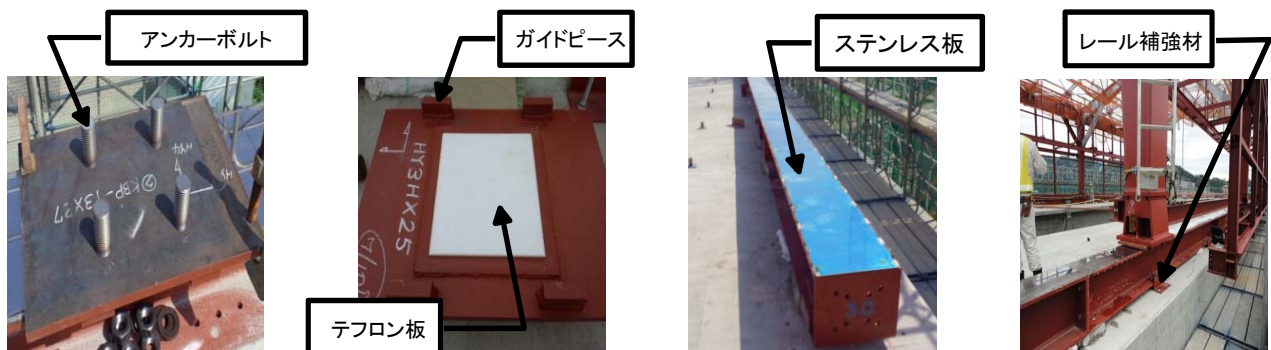


写真-1 仮アンカーボルト付ベース 写真-2 テフロン板ベース 写真-3 ステンレス板付H型鋼 写真-4 レール補強

⑤トラベリング時の鉄骨精度の維持(写真-5)

課題： 水平油圧ジャッキ(写真-6)で水平荷重を加えたトラベリング時に鉄骨架構が変形し建方精度が低下してしまう。

改善： 1) 架構の柱が常時外側に開こうとする荷重に対して、タイバー(丸鋼)を設置し反力とした。

2) 水平油圧ジャッキの水平力を最後尾の柱まで伝えるために、柱間を補強仮設梁(H型鋼)で繋ぎ、油圧ジャッキの進行方向にズレが生じたとき、架構がねじれないようにブレース(丸鋼)で補強するとともに、補強仮設梁に圧縮の荷重を付加しサイズを決めた。

3) 補強材の部材・サイズを選定する時にねじれの限界値を30mmと設定したので、管理値を10mmとしリアエンコーダー(2台)(写真-7)を用い集中制御及び管理を行った。(図-8, 9)



写真-5 外観写真

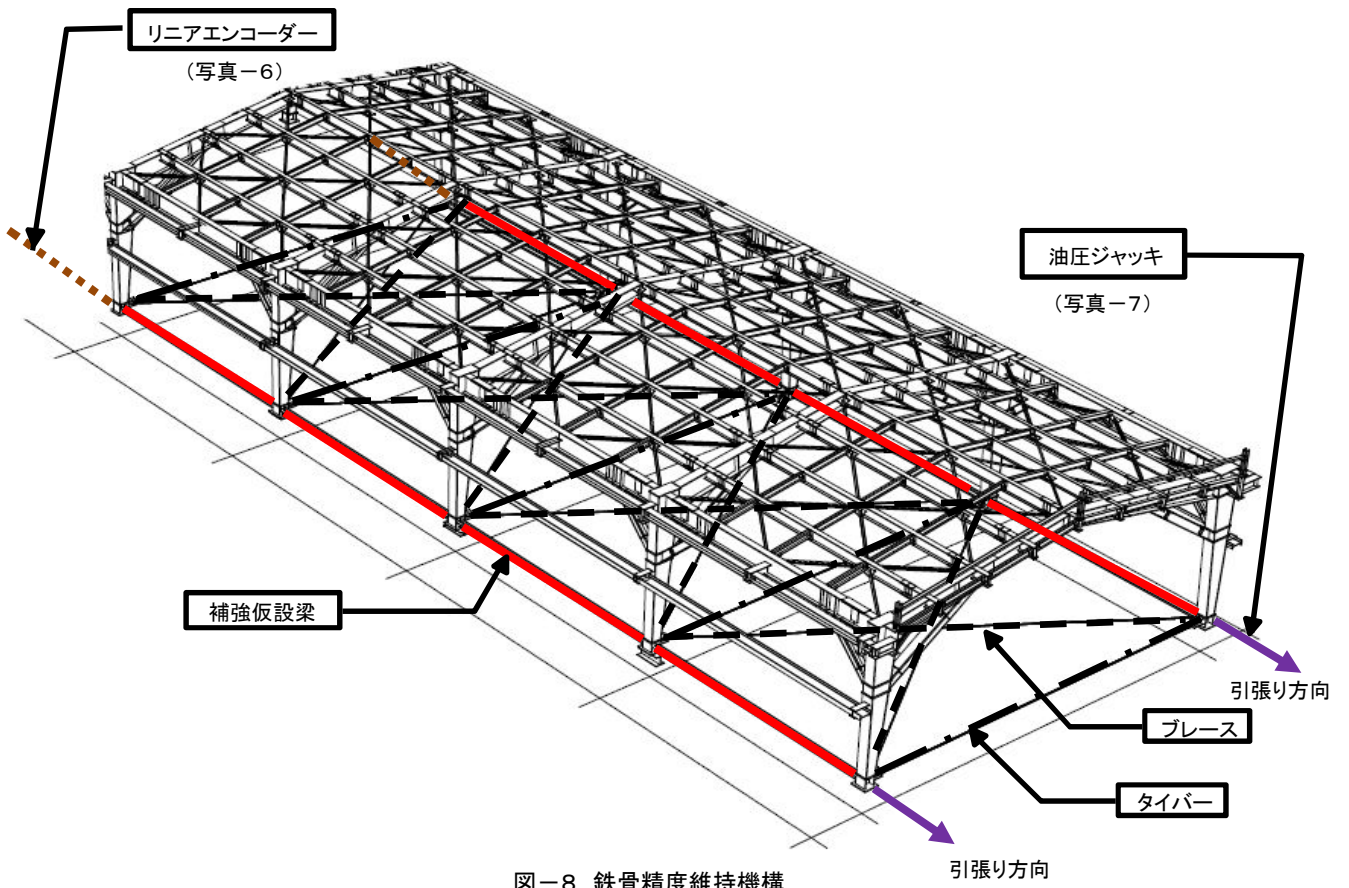


図-8 鉄骨精度維持機構

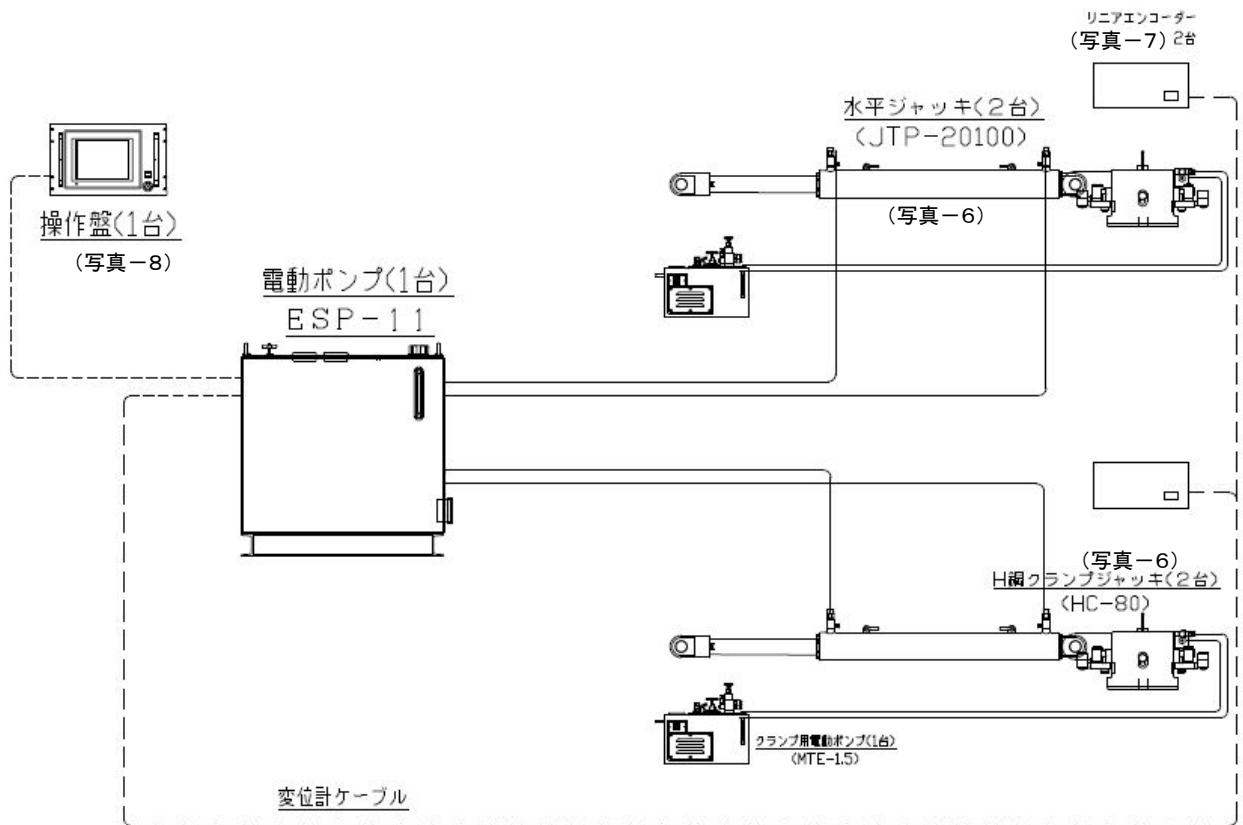


図-9 水平油圧ジャッキ制御システム図

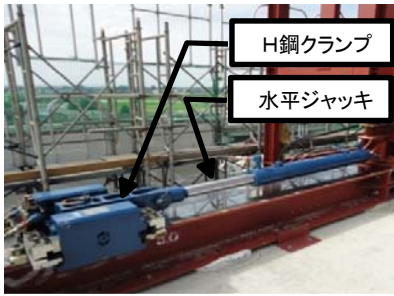


写真-6 水平油圧ジャッキ

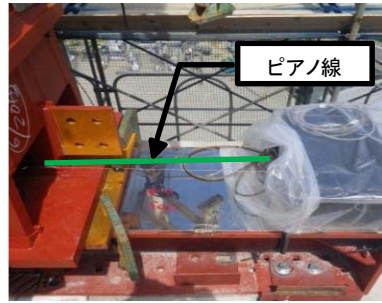


写真-7 リニアエンコーダー



写真-8 水平油圧ジャッキ制御盤

⑥トラベリング工程及びトラベリング所要時間の制約

課題： 全体工程を遵守できる建方工程は90日間あり、そのうち従来工法による建方以外のトラベリングエリアは20日間で工事を完了させる必要がある。

また、トラベリング時に設置する補強ブレース及びタイバー(図-10) (⑤にて設置)が別発注の軌道工事に障害となる為、1回のトラベリング工程は、補強ブレース等の取付から撤去まで、1.5日の制約がある。

上記の解決策を探求する中で安全性・営業線へのリスク・コスト等も考慮し、トラベリング工法のブロック割と手順の最適化を検討する必要がある。

改善： トラベリング手順とブロック割の3パターンを考えた。

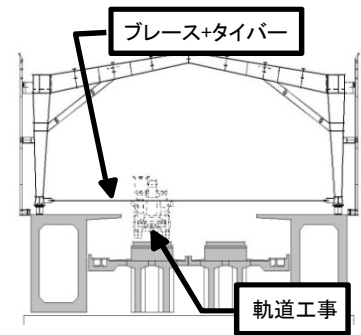


図-10 トラベリング 断面

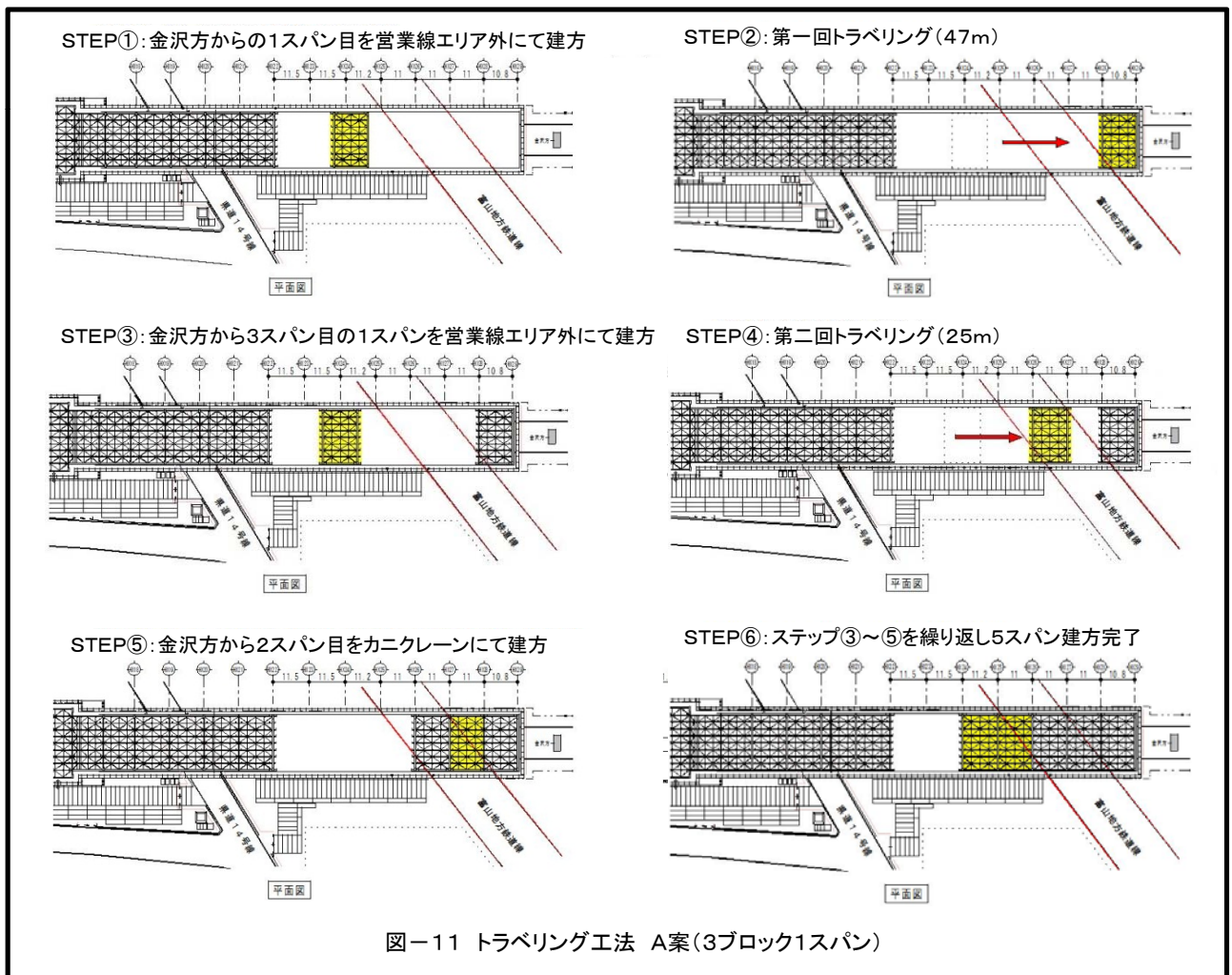


図-11 トラベリング工法 A案(3ブロック1スパン)

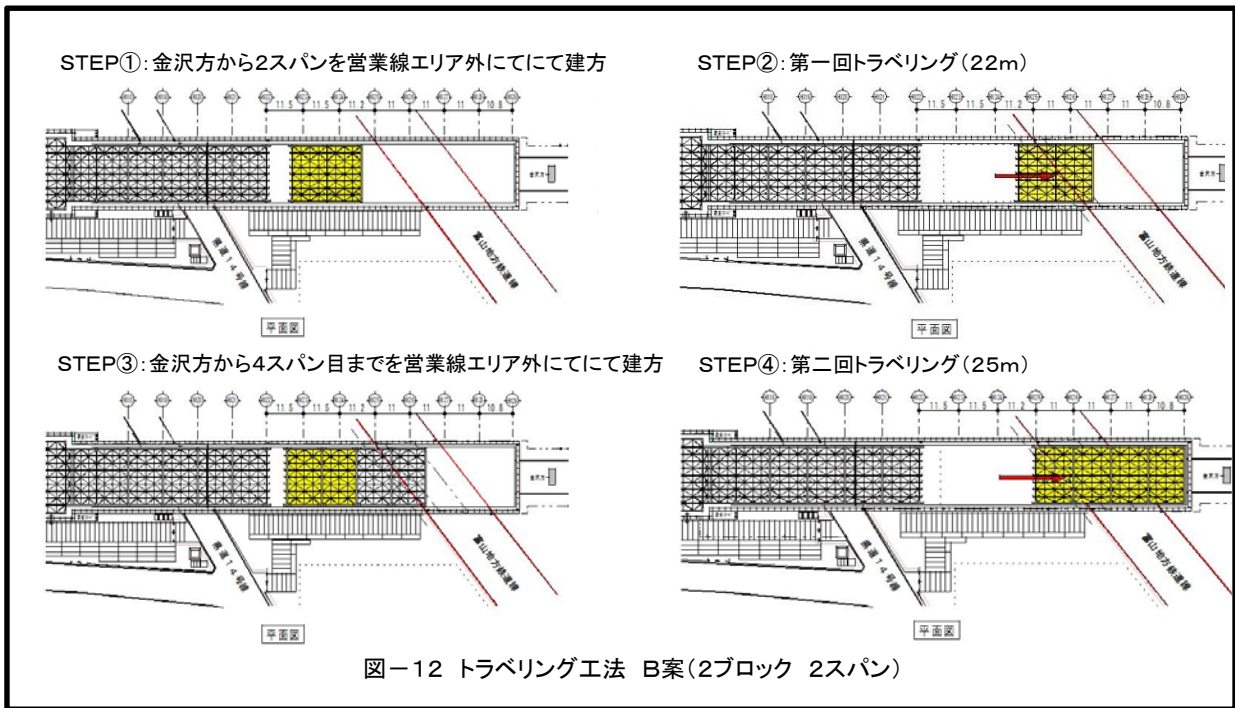


図-12 トラベリング工法 B案(2ブロック 2スパン)

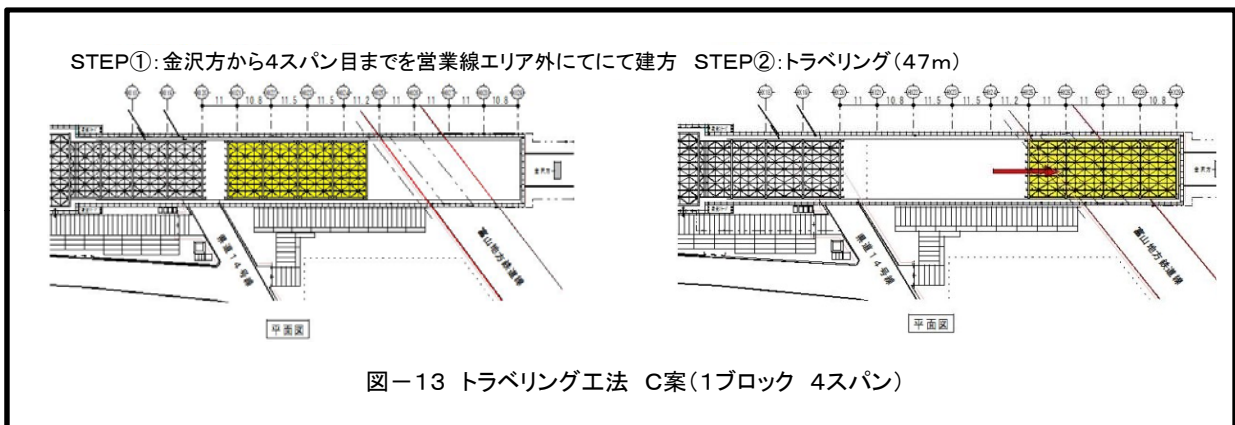


図-13 トラベリング工法 C案(1ブロック 4スパン)

以上のA案、B案、C案について安全性・所要時間・コスト・工程の比較検討を行った。

(安全性への考察)

A案は1スパンを3回トラベリングし、その間をカニクレーンで鉄骨建方する方法だが、鉄骨重量が重くカニクレーンでの建方は不可となった。一方、B案・C案は営業線エリア外で鉄骨建方を行うため安全性と、営業線への影響も向上した。

(所要時間)

別発注の軌道工事に障害が発生しない時間が1.5日以内より、トラベリングの所要時間(表-2)に示した時間工程に、ブレースの設置及び撤去の時間を付加すると、1回のトラベリング工程の所要時間は7時間程度となり、約25mが最大トラベリング長さとなる。

(コストの比較)

コスト比較表(表-3)よりB案が最安値となった。

(全体工程への影響)

トラベリングエリアの建方完了日数が20日間より、ジャッキダウン工程の2日間考慮すると、トラベリングの作業日数は18日間以内となる。(表-4)

表-2 トラベリング所要時間

| | |
|--------------|------|
| ①水平ジャッキの固定 | :1分 |
| ②トラベリング(1m) | :6分 |
| ③水平ジャッキの開放 | :2分 |
| ④水平ジャッキの盛替え | :4分 |
| ⑤制御切替所要時間・調整 | :4分 |
| 合計 | :17分 |

表-3 コストの比較

| 原案 | 単価 | レール長さ | トラベリング回数 | 合計 |
|---------------|----|--------|----------|-------|
| | | 10千円/m | 500千円/回 | 千円 |
| A案(3ブロック1スパン) | | 100m | 3回 | 2,500 |
| B案(2ブロック2スパン) | | 140m | 2回 | 2,400 |
| C案(1ブロック4スパン) | | 200m | 1回 | 2,500 |

表-4 トラベリング工程

| 原案 | STEP | STEP① | STEP② | STEP③ | STEP④ | STEP⑤ | STEP⑥ | 合計日数 |
|---------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| A案(3ブロック1スパン) | | 4 | 2.5 | 4 | 1.5 | 2 | 7 | 21.0 |
| B案(2ブロック2スパン) | | 8 | 1.5 | 7 | 1.5 | | | 18.0 |
| C案(1ブロック4スパン) | | 15 | 2.5 | | | | | 17.5 |

表-5 トラベリング手順とブロック割の選定

| 原案 | STEP | 安全性 | 営業線へのリスク | コスト | 施工性 | 外部養生 | 軌道工事への影響 | 工程 | 評価 |
|---------------|------|-----|----------|-----|-----|------|----------|----|----|
| A案(3ブロック1スパン) | | × | △ | △ | × | ○ | × | × | 4 |
| B案(2ブロック2スパン) | | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | 13 |
| C案(1ブロック4スパン) | | △ | ○ | △ | ○ | ○ | × | ○ | 10 |

凡例 ○:2点 △:1点 ×:0点

(評価)

上記比較表(表-5)よりB案(2ブロック 2スパン)を選定し、長野方から鉄骨建方を行い、HX1通りからHX22通りまでは200tクローラークレーンでの通常建方を行い、作業スペースを考慮しトラベリングエリアをHX22通り~HX29通りとした。

(図-14)

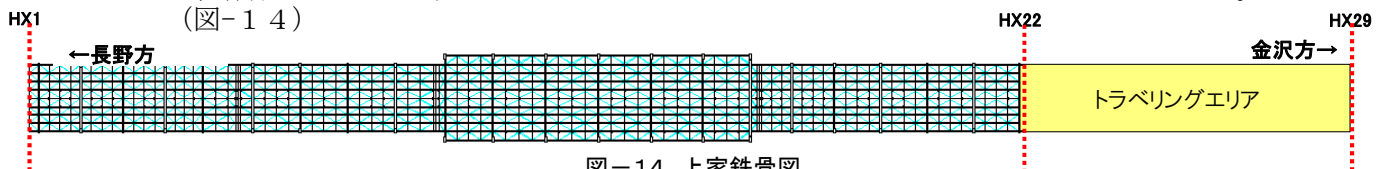


図-14 上家鉄骨図

5 トラベリングの実施結果

第一回トラベリングは、移動距離22mで約6時間、第2回トラベリングは移動距離25mで約7時間として計画し、実施した結果を表-6、表-7に示した。

①作業時間の計測結果

表-6 第一回トラベリング

| 番号 | 計画時間 | | | | 測定時間 | | | |
|----|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| | 開始 | 終了 | 盛替完了 | 時間 | 開始 | 終了 | 盛替完了 | 時間 |
| 1 | 10:00 | 10:07 | 10:17 | 0:17 | 10:44 | 10:49 | 10:51 | 0:07 |
| 2 | 10:17 | 10:24 | 10:34 | 0:17 | 10:51 | 10:57 | 10:57 | 0:06 |
| 3 | 10:34 | 10:41 | 10:51 | 0:17 | 10:57 | 11:04 | 11:07 | 0:10 |
| 4 | 10:51 | 10:58 | 11:08 | 0:17 | 11:07 | 11:12 | 11:14 | 0:07 |
| 5 | 11:08 | 11:15 | 11:25 | 0:17 | 11:14 | 11:18 | 11:20 | 0:06 |
| 6 | 11:25 | 11:32 | 11:42 | 0:17 | 11:20 | 11:24 | 11:26 | 0:06 |
| 7 | 11:42 | 11:49 | 11:59 | 0:17 | 11:26 | 11:29 | 11:32 | 0:06 |
| 8 | 12:50 | 12:57 | 13:07 | 0:17 | 11:32 | 11:35 | 11:38 | 0:06 |
| 9 | 13:07 | 13:14 | 13:24 | 0:17 | 11:38 | 11:41 | 11:44 | 0:06 |
| 10 | 13:24 | 13:31 | 13:41 | 0:17 | 11:44 | 11:47 | 11:50 | 0:06 |
| 11 | 13:41 | 13:48 | 13:58 | 0:17 | 13:36 | 13:38 | 13:46 | 0:10 |
| 12 | 13:58 | 14:05 | 14:15 | 0:17 | 13:46 | 13:49 | 13:52 | 0:06 |
| 13 | 14:15 | 14:22 | 14:32 | 0:17 | 13:52 | 13:55 | 13:56 | 0:04 |
| 14 | 14:32 | 14:39 | 14:49 | 0:17 | 13:56 | 14:00 | 14:03 | 0:07 |
| 15 | 14:49 | 14:56 | 15:06 | 0:17 | 14:03 | 14:06 | 14:10 | 0:07 |
| 16 | 15:06 | 15:13 | 15:23 | 0:17 | 14:10 | 14:13 | 14:16 | 0:06 |
| 17 | 15:23 | 15:30 | 15:40 | 0:17 | 14:16 | 14:19 | 14:23 | 0:07 |
| 18 | 15:40 | 15:47 | 15:57 | 0:17 | 14:23 | 14:26 | 14:29 | 0:06 |
| 19 | 15:57 | 16:04 | 16:14 | 0:17 | 14:29 | 14:32 | 14:35 | 0:06 |
| 20 | 16:14 | 16:21 | 16:31 | 0:17 | 14:35 | 14:38 | 14:41 | 0:06 |
| 21 | 16:31 | 16:38 | 16:48 | 0:17 | 14:41 | 14:44 | 14:49 | 0:08 |
| 22 | 16:48 | 16:55 | | 0:07 | 14:49 | 14:52 | | 0:03 |
| 計 | | | | 6:04 | | | | 2:22 |

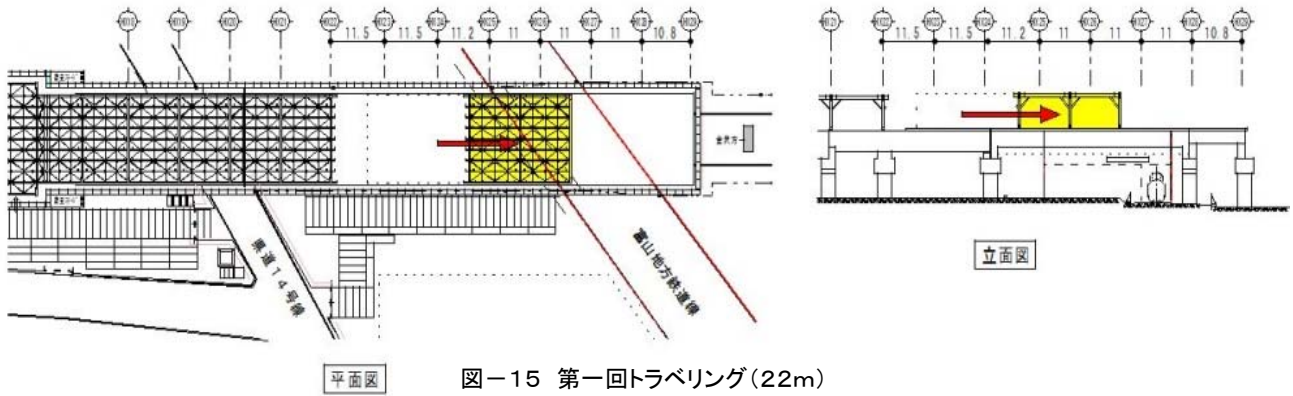


図-15 第一回トラベリング(22m)

表-7 第二回トラベリング

| 番号 | 計画時間 | | | | 測定時間 | | | |
|----|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| | 開始 | 終了 | 盛替完了 | 時間 | 開始 | 終了 | 盛替完了 | 時間 |
| 1 | 9:30 | 9:37 | 9:47 | 0:17 | 9:23 | 9:25 | 9:29 | 0:06 |
| 2 | 9:47 | 9:54 | 10:04 | 0:17 | 9:29 | 9:33 | 9:36 | 0:07 |
| 3 | 10:04 | 10:11 | 10:21 | 0:17 | 9:36 | 9:42 | 9:46 | 0:10 |
| 4 | 10:21 | 10:28 | 10:38 | 0:17 | 9:46 | 9:50 | 9:53 | 0:07 |
| 5 | 10:38 | 10:45 | 10:55 | 0:17 | 9:53 | 9:56 | 9:59 | 0:06 |
| 6 | 10:55 | 11:02 | 11:12 | 0:17 | 9:59 | 10:01 | 10:04 | 0:05 |
| 7 | 11:12 | 11:19 | 11:29 | 0:17 | 10:04 | 10:07 | 10:09 | 0:05 |
| 8 | 11:29 | 11:36 | 11:46 | 0:17 | 10:09 | 10:11 | 10:14 | 0:05 |
| 9 | 11:46 | 11:53 | 12:03 | 0:17 | 10:14 | 10:16 | 10:19 | 0:05 |
| 10 | 12:35 | 12:42 | 12:52 | 0:17 | 10:19 | 10:21 | 10:25 | 0:06 |
| 11 | 12:52 | 12:59 | 13:09 | 0:17 | 10:25 | 10:28 | 10:31 | 0:06 |
| 12 | 13:09 | 13:16 | 13:26 | 0:17 | 10:31 | 10:32 | 10:34 | 0:03 |
| 13 | 13:26 | 13:33 | 13:43 | 0:17 | 10:34 | 10:38 | 10:39 | 0:05 |
| 14 | 13:43 | 13:50 | 14:00 | 0:17 | 10:39 | 10:42 | 10:44 | 0:05 |
| 15 | 14:00 | 14:07 | 14:17 | 0:17 | 10:44 | 10:47 | 10:49 | 0:05 |
| 16 | 14:17 | 14:24 | 14:34 | 0:17 | 10:49 | 10:53 | 10:55 | 0:06 |
| 17 | 14:34 | 14:41 | 14:51 | 0:17 | 10:55 | 10:58 | 10:59 | 0:04 |
| 18 | 14:51 | 14:58 | 15:08 | 0:17 | 10:59 | 11:02 | 11:03 | 0:04 |
| 19 | 15:08 | 15:15 | 15:25 | 0:17 | 13:37 | 13:39 | 13:40 | 0:03 |
| 20 | 15:25 | 15:32 | 15:42 | 0:17 | 13:40 | 13:43 | 13:44 | 0:04 |
| 21 | 15:42 | 15:49 | 15:59 | 0:17 | 13:44 | 13:47 | 13:49 | 0:05 |
| 22 | 15:59 | 16:06 | 16:16 | 0:17 | 13:49 | 13:52 | 13:55 | 0:06 |
| 23 | 16:16 | 16:23 | 16:33 | 0:17 | 13:55 | 13:58 | 13:59 | 0:04 |
| 24 | 16:33 | 16:40 | 16:50 | 0:17 | 13:59 | 14:02 | 14:07 | 0:08 |
| 25 | 16:50 | 16:57 | | 0:07 | 14:07 | 14:09 | | 0:02 |
| 計 | | | | 6:55 | | | | 2:12 |

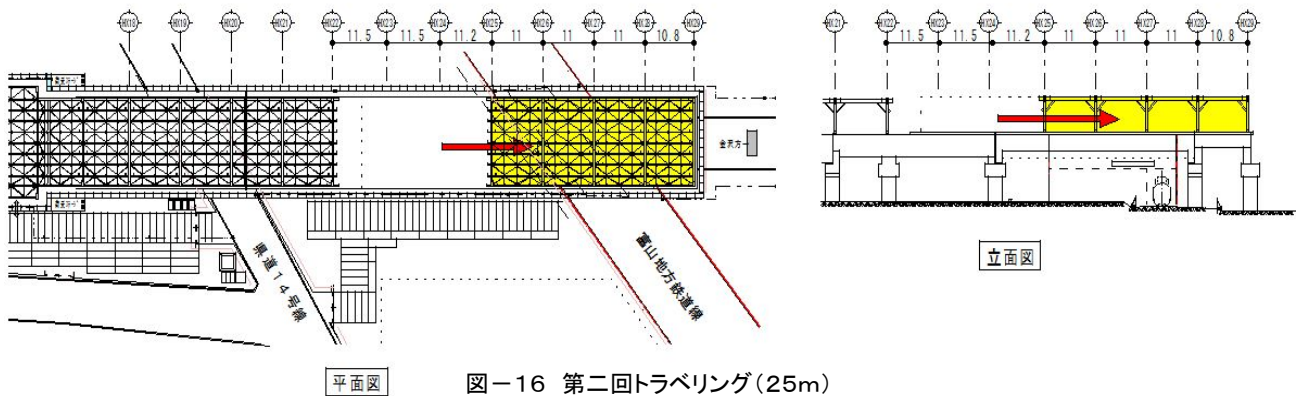


図-16 第二回トラベリング(25m)

(考察)

事前打合せ及び、施工手順の周知を密に行うことが出来たため、作業中にトラブルがなく、大幅な作業時間の短縮が実現した。

②ジャッキダウン時の鉄骨精度の確保

鉄骨架構に変形が生じないように、10本の柱を一斉にジャッキダウン(写真-9)し、リニアエンコーダー(10台)を用い集中制御及び管理を行った。(写真-10, 図-17)

また、スライドジャッキを使用することによりアンカーボルトとアンカー孔の調整を行い精度を確保した。

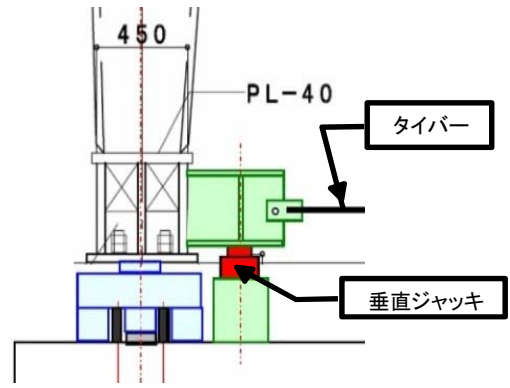


図-17 垂直油圧ジャッキの概略

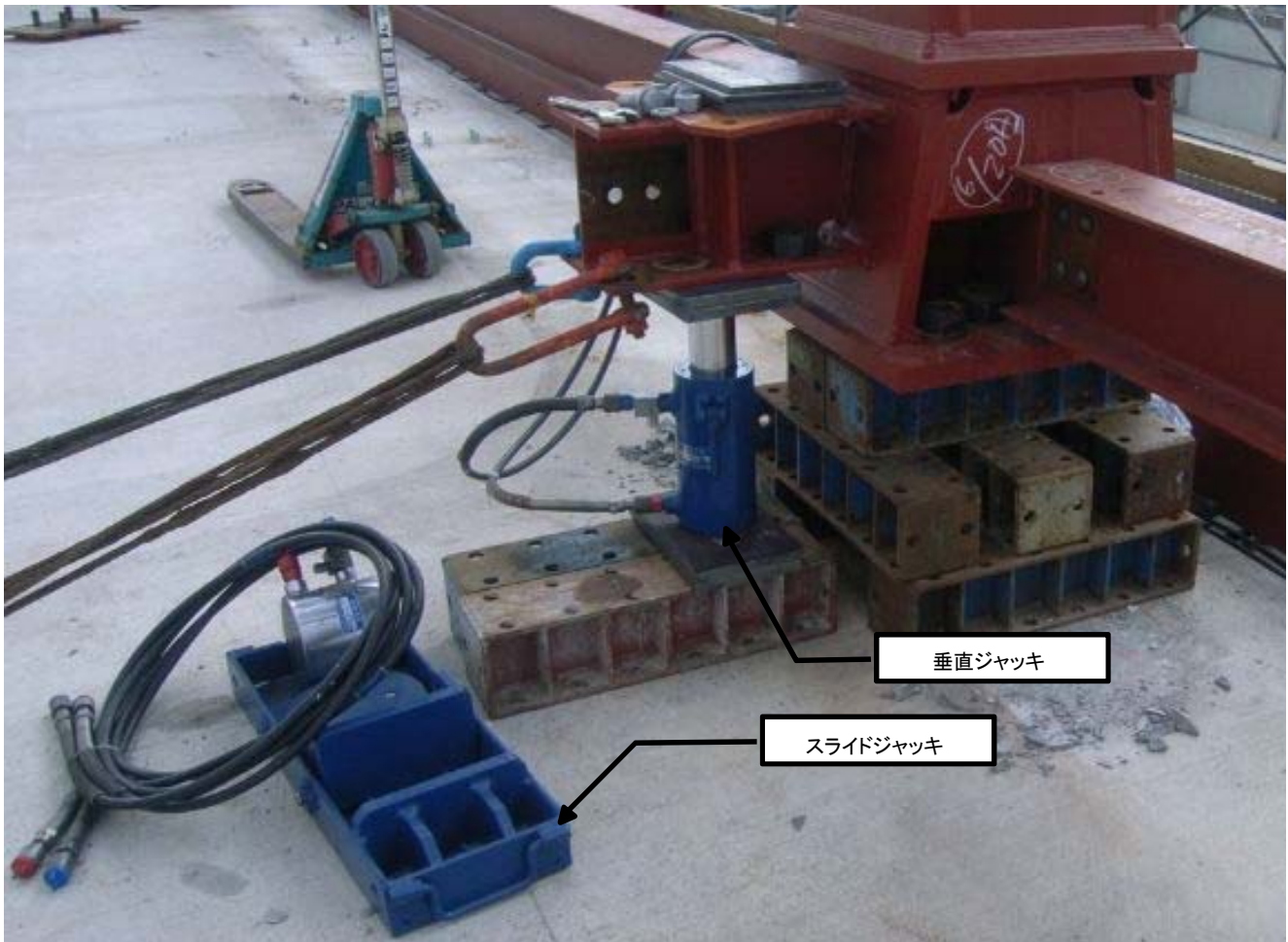


写真-9 ジャッキダウン状況



写真-10 垂直ジャッキ制御盤

6 改善による効果

トラベリング工法による旅客上家の鉄骨建方における工程管理において、十分な成果が得られた。トラベリングの所要日数は2回各1日、ジャッキダウンの所要日数は2日であり、トラベリングエリアの鉄骨建方における所要日数は準備を含め、延べ20日間で完了し、計画通りの工程管理が行えた。

在来工法との比較をすると、日中作業では列車が通過する前に作業を中止することになるので作業時間等を考慮して延べ28日間かかる予想であったが、従来工法と同等のコストで、8日間の工期短縮となった。

主要構造材の検討及び解析、補強材の検討及び解析などの事前準備作業を行った事で、トラベリング時の安全及び、精度管理においても十分な成果が得られた。

7 おわりに

本計画では、富山地方鉄道線との営業線近接工事を「列車運転阻害事故ゼロ」で鉄骨建方を終了する事を目的として計画してきました。その結果、計画通り無事故で鉄骨工事を完了する事が出来たと共に、品質も維持する事が出来ました。

本工事は、2015年春の北陸新幹線開業に向けて施工中です。今後も引き続き、関係各位のご指導ご協力を頂きながら、無災害で工事を進めていきたいと考えています。

最後に本計画にあたって御協力頂いた関係者の皆様に深くお礼申し上げます。



写真-11 トラベリング架構の直下を通過する営業線

12. 杭頭半剛接合法における逆打ち工法の採用と工期短縮

| 項 目 | 内 容 |
|---|---|
| 1. 工事概要 | |
| (1) 工事名称 | (仮称) デオデオ第二本店新築工事 |
| (2) 規模(延床面積・階数) | 延床面積 11,875㎡、地下1階、地上10階 |
| (3) 用途 | 店舗 |
| (4) 主要構造 | S造 |
| (5) 建設地 | 広島県広島市 |
| (6) 施工期間 | 2010年11月～2012年4月 |
| (7) 工事費 | — |
| (8) 設計者 | (株)フジタ広島支店一級建築士事務所 |
| 2. 改善概要 | |
| (1) 狙い・目的 | ・場所打杭「杭頭半剛接合法」に地下逆打ち工法を適用する。 ・繁華街という立地条件下での工期短縮。 |
| (2) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の 問題・課題など改善前の状況) | ・逆打ち工法の仮支柱H形鋼が「杭頭半剛接合法(FSR-Pile工法)」において 構造上の影響を与えないようにしなければならない。 ・建設地は繁華街の中心であり、既存建物の解体工事が1ヶ月遅延したが、 工期内に完成させなければならない。 |
| (3) 改善概要 | ・仮支柱のH形鋼を杭頭接合部で上下に2分割し、添板を用いてボルト接合と した。また、仮支柱ガイド冶具の改良、並びに杭ケーシングに鉄筋用ガイドを 設置することによって、杭鉄筋と仮支柱の位置精度が向上した。 ・揚重方法について、工期とコスト面に有利な移動式クレーン案を採用した。 また、狭隘な場所での鉄骨建方は、綿密なシミュレーションを行うことにより 遅延無く実施でき、仕上げ材等を先行揚重した。 |
| (4) 改善による効果 | |
| ・Q(品質) | ・杭鉄筋と仮支柱の位置精度向上。 |
| ・C(コスト) | — |
| ・D(工期) | ・タワークレーン案に比べ、1ヶ月短縮。 |
| ・S(安全) | — |
| ・E(環境) | ・移動式クレーンとすることで、仮設電気使用量の削減。 ・逆打ち工法採用による、騒音・粉塵の低減。 |
| ・その他の効果 | — |

杭頭半剛接合法における逆打ち工法の採用と工期短縮

(株)フジタ 広島支店 建築工事部
吉田 哲朗

1. はじめに

デオデオ第二本店は、家電量販店デオデオの既存本店前に建替えられる新旗艦店となる建物である。デオデオはエディオングループの中核ストアブランドであり、計画地である紙屋町地区は広島市中心部で平和記念公園にも近く、デオデオ発祥の地であることから、建替え計画には地元の期待も大きく、注目度が高い案件である。

本計画は、基本設計を基にして多くの企業が参加した設計施工コンペ案件である。意匠デザインはもちろん、構造計画や施工計画も評価対象となり、各社が種々の提案をする中、当社は「CFT造」や場所打ちコンクリート杭の「杭頭半剛接合法（FSR-Pile 工法）」によるローコスト化を提案し受注するに至った。施工計画では、繁華街で敷地いっぱいに建物が配置されていることから、地下施工法として「逆打ち工法」を採用し、地上工事ではタワークレーンを設置せず、移動式クレーンによる揚重、また仕上げ材の先行揚重等によって厳しい短工期を克服した。

本報告は、「杭頭半剛接合法（FSR-Pile 工法）」における「逆打ち工法」適用と、繁華街という立地条件下での工期短縮という二つの大きな課題に対する解決策について述べる。

2. 工事概要

| | |
|------|--------------------------|
| 工事名称 | (仮称)デオデオ第二本店新築工事 |
| 工事場所 | 広島市中区大手町一丁目 1-1 他 |
| 発注者 | (株)エディオン |
| 設計監修 | 三菱商事(株) |
| 設計 | (株)フジタ広島支店一級建築士事務所 |
| 施工 | (株)フジタ広島支店 |
| 工期 | 2010年11月25日～2012年4月30日 |
| 構造概要 | 構造地下RC、地上S造（柱CFT造） |
| 規模 | 地下1階 地上10階建 |
| 敷地面積 | 1,333.89 m ² |
| 延床面積 | 11,875.07 m ² |
| 基礎構造 | 杭基礎（場所打ちコンクリート杭） |



図-1 案内図



図-2 完成パース(北側外観)



写真-1 周辺航空写真

3. 施工上の課題

受注後の実施設計において、入札コンペ時の主要な提案項目であった杭、および基礎躯体のコンクリート量や掘削量を抑制できる「杭頭半剛接合法（FSR-Pile 工法）」や鉄骨の部材断面を比較的小さくすることができる地上階柱の「CFT 造」を発注者・設計監修者との協議を経て、採用することになった。一方、店舗オープン日の決定による厳しい工期、繁華街で敷地いっぱいの建物配置であることから、地下施工法として「逆打ち工法」を前提とした計画を進めていたが、「杭頭半剛接合法（FSR-Pile 工法）」への適用、工期に関する要求等で、以下のような検討すべき課題があげられた。

(1) 「逆打ち工法」の構造計画に与える影響

「杭頭半剛接合法（FSR-Pile 工法）」は前述したような特長を有するが、基本的に杭頭部分の剛性が必要以上に高くなってはならない。一方、「逆打ち工法」では、トップスラブ（一般的には1階の床）、および地上階の荷重を場所打ち杭に打ち込んだH型鋼で支持するのが一般的であり、構造の意図と相反するところがある。したがって、「逆打ち工法」を適用するにあたり、仮支柱H形鋼が「杭頭半剛接合法（FSR-Pile 工法）」の構造に影響を与えないようにすることが課題となった。

(2) 繁華街という立地条件下での短工期対応

計画地は図-3に示す通り、40m×30mのほぼ矩形の敷地形状で、北側は国道54号（路面電車通り）、東と南側は市道に接道し、西側は隣地建物に隣接している。周囲は繁華街の中心であり、平日・休日を問わず人通りが絶えない地域である。そういった立地条件下で、既存建物の解体工事が1ヶ月遅延した。“店舗オープン日を延期するわけにはいかない”という要求に応えるため、当初から厳しい工程を更に1ヶ月の短縮を検討する必要性が生じた。

以上、二つの大きな課題は、図-4のように整理される。

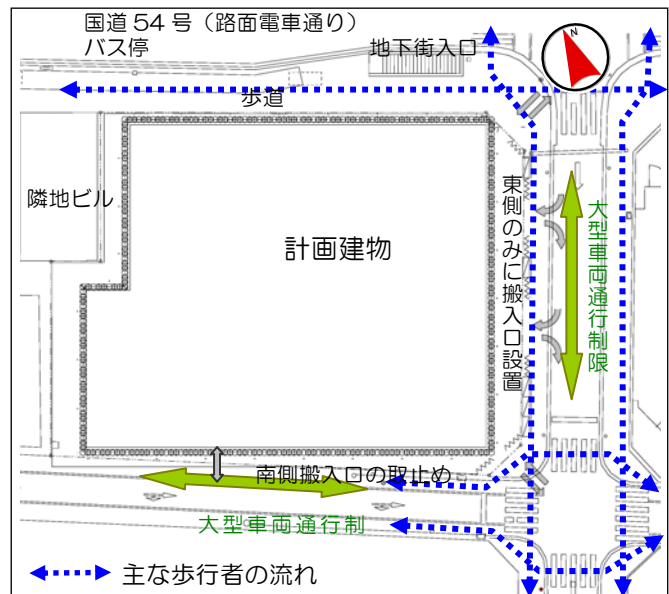


図-3 周辺配置図と道路の交通規制



| | | | |
|---------------|--|-----------------|--|
| 周辺環境と 施工条件 | 繁華街工事で敷地いっぱいの建物配置 平日・休日とも通行車両と歩行者が絶えない 路面電車軌道や近隣ビルが隣接 軟弱で地下水位が高い(GL-1.0m)地盤 | |  南東側からの全景 |
| | 安定した山留め構築 搬出入車両の削減 騒音・粉塵の低減 道路占有作業の削減 短工期厳守 | 事前の解体工事の遅延 | |
| 施工計画 | 「逆打ち工法」の採用 | |  北側からの全景 |
| 課題 | 「杭頭半剛接合法(FSR-Pile工法)」の構造に影響を与えない(仮支柱の改善) | 更なる工期短縮(揚重機の選定) | |

図-4 施工上の課題

4. 地下工事計画

課題解決の説明に入る前に、今回の地下工事計画について記述する。3.に記載の通り、「逆打ち工法」を実施するにあたっては、計画時での詳細調査で南側市道の大型車両通行制限、日中の一般車両通行量の多さ、道路幅員が6m以下の部分があること等の理由から、図-5に示す通り、南側市道からの入退場を取止め、トップスラブを南北に工区分けして東側市道にゲートを4ヶ所設置して入退場することとした。

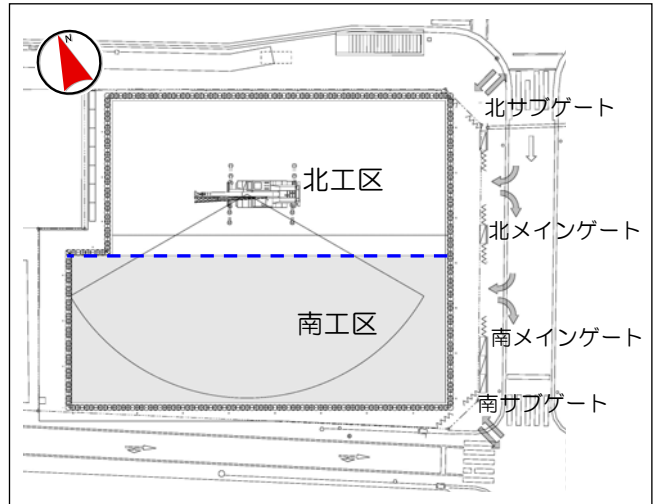


図-5 逆打ち工区分けと搬出入口計画

「逆打ち工法」の施工手順は、図-6の通りである。

| | | 南工区 | | | | 北工区 | | | | | |
|-------------|---------|----------|----------|-----------------|----------|----------|-----------------|--------|------|------|-----------|
| 山留め工事 | 杭工事 | 一次掘削 | トップスラブ | 二次掘削 | 一次掘削 | トップスラブ | 二次掘削 | 底盤・基礎梁 | B1階床 | B1階壁 | |
| S M W | 仮所支打柱杭置 | GL-2.95m | GL-1.75m | GL-6.3 ~6.8m | GL-2.95m | GL-1.75m | GL-6.3 ~6.8m | | | | トップスラブと接続 |

図-6 「逆打ち工法」手順図

計画地は広島地区特有の自由水位が高く（GL-1.0m前後）、シルト混じり中砂や砂質シルトの軟弱な地盤がGL-25m前後まで続いている地盤であることから、山留め工法には遮水性と剛性が高いSMW工法を選定した。施工レベルの設定は、トップスラブ下での重機の作業性や山留め剛性を考慮して、一次掘削（GL-2.95m）、トップスラブ打継ぎ（GL-1.75m）、二次掘削（GL-6.3～6.8m）とした。

（図-7参照）

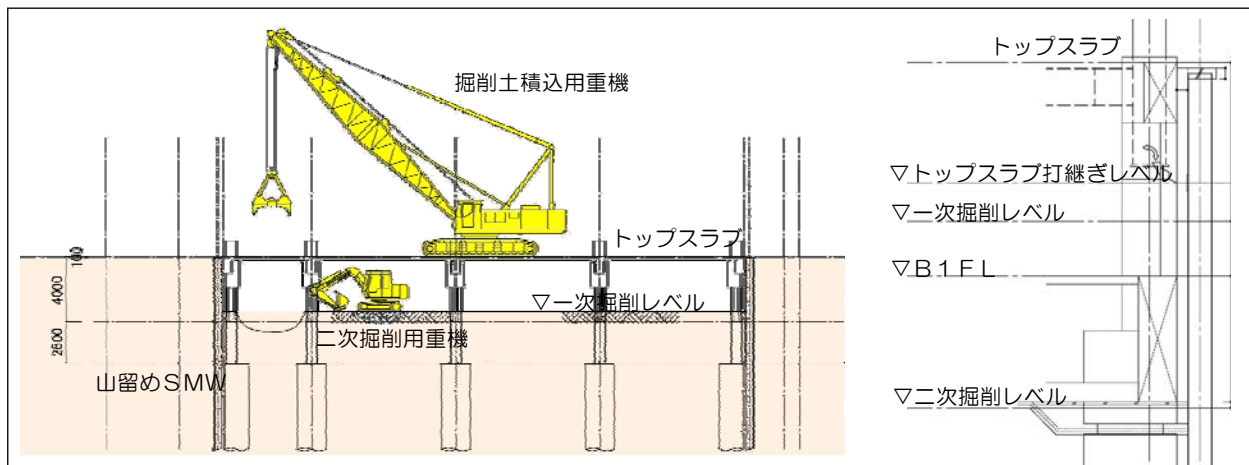


図-7 逆打ち工法計画図(断面図)

5. 杭頭半剛接合法(FSR-Pile 工法)における「逆打ち工法」適用の課題解決

5-1 杭頭半剛接合法(FSR-Pile 工法)とは

杭頭半剛接合法 (FSR-Pile 工法) は、図-8 および図-9 に示すように杭と基礎の接合部の断面を通常より小さくし、補強用鋼管で接合した工法である。これにより、杭頭部に集中する地震の力を半減することが出来るので、杭頭部および基礎部分の損傷を小さくすることができる。杭と基礎の接合部も非常に粘り強い構造のため、従来の工法に比べて壊れにくくなる。また、杭と基礎躯体のコンクリート量や鉄筋量の削減、更に掘削量が従来に比べて削減する等、環境負荷の低減も可能な工法である。

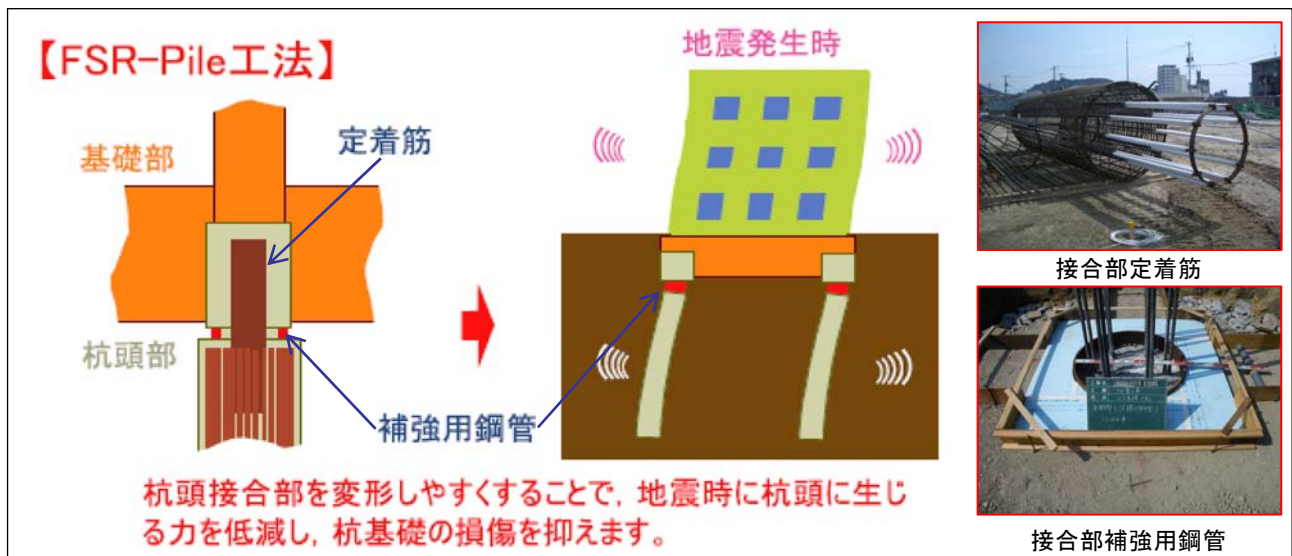


図-8 杭頭半剛接合法(FSR-Pile 工法)の概要

5-2 「逆打ち工法」適用による課題の解決

前述の理由から、地下の施工法として「逆打ち工法」を採用する計画とした。従来からの方法を継承する形で、図-9 に示すように、場所打ち杭のコンクリート打設完了時に杭頭部に仮支柱 (H-350×350) を打ち込み、地下階の躯体が全て接続されるまでトップスラブ (1 階床版) をはじめ、上階躯体の荷重を杭に伝達することとしていた。一方、杭頭半剛接合法 (FSR-Pile 工法) の理論が成り立つためには、杭頭接合部に変形を拘束するようなものがあってはならず、仮設部品であろうと、影響が生じないような配慮が必要であった。そこで、以下のような改善をし、杭頭半剛接合法と逆打ち工法の両立を図った。

(1) 仮支柱 H 形鋼の改善

杭頭半剛接合法 (FSR-Pile 工法) の杭頭接合部は、地震力が加わった場合に設計で想定する以上に曲げ剛性が大きくなってはならないため、杭頭接合部で仮支柱 H 形鋼を上下二分分割することとした。以下にその詳細を記す。

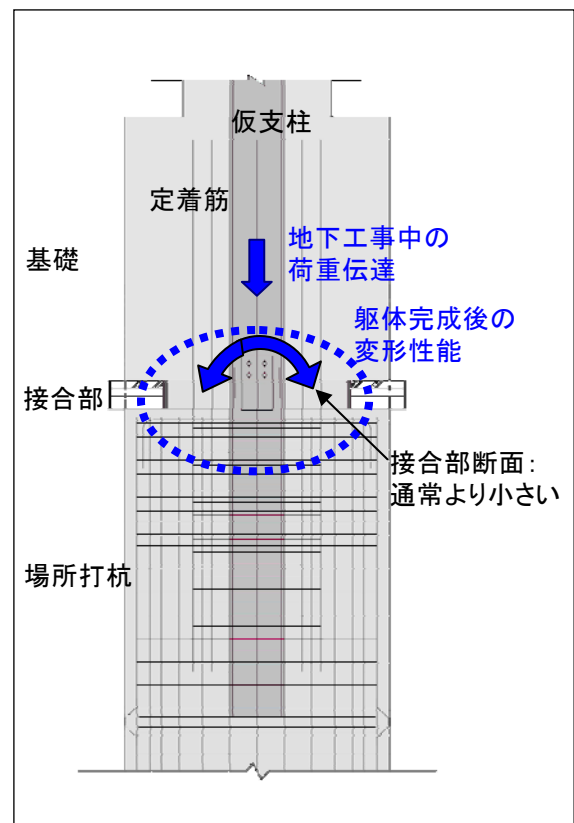


図-9 杭頭半剛接合法と仮支柱

① 仮支柱の持つ曲げ剛性低減対策

仮支柱 H 形鋼を杭頭接合部の位置で二分割し、図-10 に示すようにスプライスプレートを用いて下部 H 形鋼ウェブと溶接接合し、上部 H 形鋼ウェブと高力ボルト接合とした。更に、上部 H 形鋼のボルト孔は下向きにルーズ孔とすることで、地震時における杭頭接合部曲げ剛性を低減した。

② 仮支柱の偏心による曲げ剛性への影響低減

できるだけ仮支柱を杭の中心に設置するため、従来、用いられてきた建入れガイド治具を参考に、本工事で用いる分割した仮支柱 H 形鋼に対応できるように改良した。図-11 に示すように、従来型はサイズの違う H 形鋼にも対応できるように、仮支柱のウェブをガイドで挟み込み、サイズに応じてフランジにガイドを設置して精度を確保していた。今回はウェブ接続用ボルトとガイドが干渉しないようにするとクリアランスが大きくなるので、フランジにガイドを当てることとした。

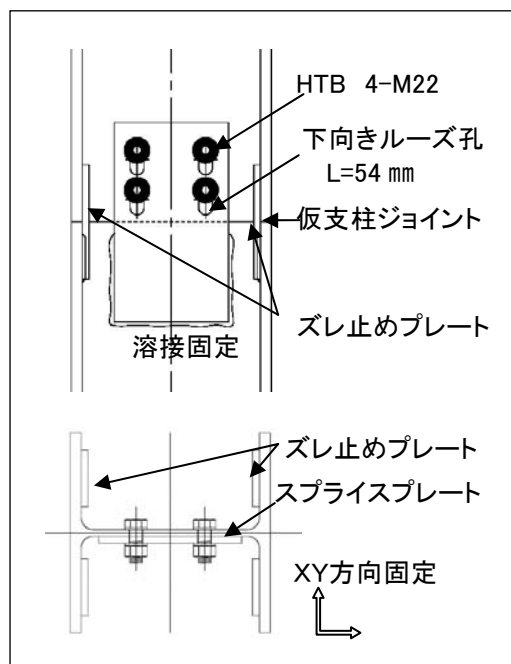


図-10 仮支柱ジョイント詳細

(2) 杭鉄筋、仮支柱の施工精度向上への取組み

杭施工に先立ち、基礎部分での鉄筋の納まりを、詳細図を作成して検討した。本工事では、基礎部分で仮支柱 H 形鋼と杭、基礎、基礎梁の鉄筋が複雑に交差しており、それぞれを計画通りの位置に配置しないと干渉してうまく納まらないことが判明した。そこで、杭鉄筋と仮支柱 H 形鋼の設置精度向上のため、施工方法の改善に取り組んだ。

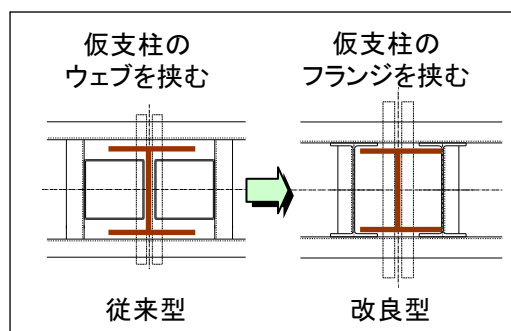


図-11 仮支柱治具の改良

① 杭鉄筋の精度確保

杭鉄筋と基礎梁鉄筋の干渉を避けるため、杭全数 20 ヶ所の鉄筋納まり検討図を作成し、鉄筋位置を決定した。そこで、杭ケーシングに H 形鋼を加工したガイドを 4 ヶ所設置し (図-12 参照)、杭鉄筋かごのスペーサー (FB 曲げ加工) をガイドに通すことで鉄筋かごを所定の位置に建込むこととした (写真-2、-3 参照)。当初、ガイドは 4 ヶ所設置していたが、鉄筋かごの落とし込みに時間がかかるため、途中から 3 ヶ所にして作業の効率化を図った。幸い施工精度に影響はなかった。

② 仮支柱 H 形鋼の精度確保

仮支柱 H 形鋼の設置精度は、治具の設置精度や仮支柱と治具のクリアランス、傾き等が決定要素となり、最大の誤差は表-1 のとおり 154 mm と想定される。そこで、仮支柱設置精度の目標値を最大誤差の 1/2 の 77 mm 以下、傾きを 1/300

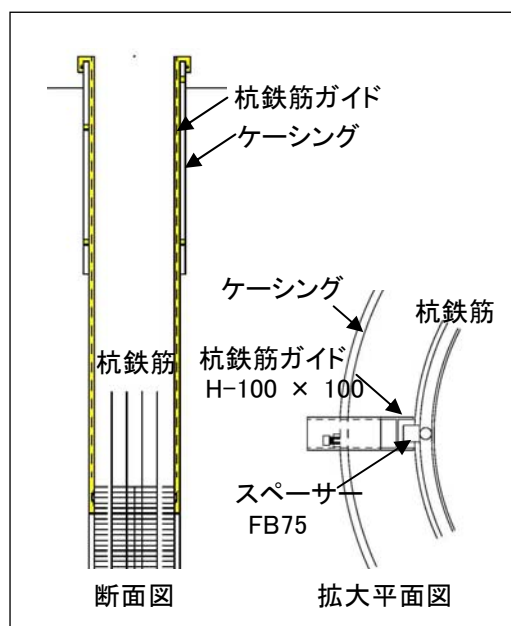


図-12 杭鉄筋ガイド

以内と設定した。

仮支柱 H 形鋼の接合部は、フランジ外側に突起物があると仮支柱設置時のガイドに干渉するためルーズ寸法が大きくなり精度確保が難しくなる。そこで、接合に関する部材を全てフランジの内側に納まるように、ウェブはスプライスプレートを用いてボルト接合し、フランジは内側にズレ止めプレートを設置して、X Y 方向の鉛直性を確保した（写真-4 参照）。

また、建込み作業では杭ケーシング天端に X Y 方向のマーキングを行い、治具受け H 形鋼と仮支柱ガイド治具を設置し、鉛直度を確認しながら慎重なクレーン操作で仮支柱 H 形鋼を建込んだ（写真-5、-6 参照）。

表1 仮支柱設置精度目標

| | 最大誤差 | 目標値 |
|---------------|--------|-------|
| 仮支柱と治具のクリアランス | 10 mm | — |
| 仮支柱治具の設置誤差 | 10 mm | — |
| 仮支柱の傾き1/200 | 34 mm | 1/300 |
| 杭心誤差 | 100 mm | — |
| 全て最大誤差の場合 | 154 mm | 77mm |

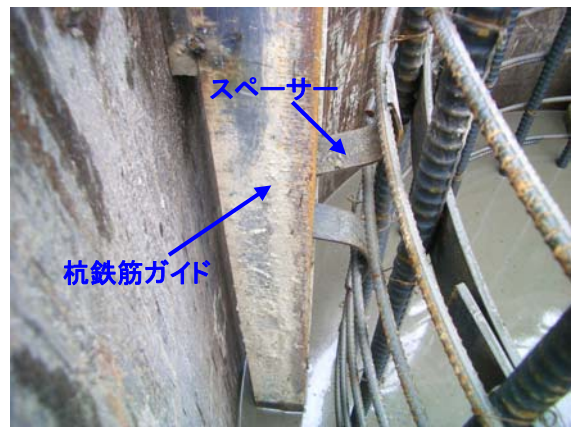


写真-2 杭鉄筋とガイド(側面)

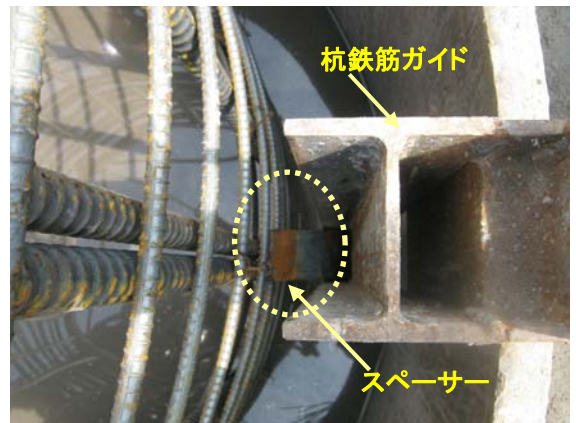


写真-3 杭鉄筋とガイド(上面)

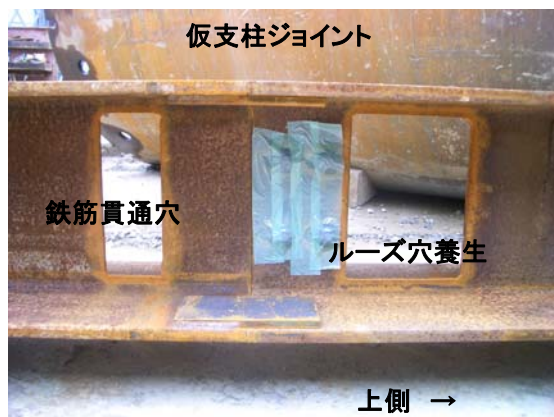


写真-4 仮支柱ジョイント状況



写真-5 仮支柱治具の設置状況

5-3 改善結果のまとめ

「逆打ち工法」への杭頭半剛接合法（FSR-Pile 工法）の適用において、さまざまな精度向上策に取り組んだ結果、仮支柱 H 形鋼の位置は最大 15 mm の誤差、傾きは実測平均値（X 方向）1/1300、（Y 方向）1/1100、最大値 1/330 となり、ともに目標値を上回る施工精度が得られた。



写真-6 仮支柱建込み状況

6. 繁華街という立地条件下での工期短縮

一般的に繁華街工事では、周辺道路の車両通行時間の制限を受けると共に、道路占用作業が多くなる。本工事でも東・南側道路での大型車両の通行制限や、平日・休日を問わず、日中の歩行者が絶えない周辺状況に、ほとんどの作業で制限を受けた。ここではそういった条件下、そして安全を最優先した上で、如何に短工期を克服したかについて記述する。

6-1 短工期の要求

本工事は、図-13 に示すように事前の既存建物解体工事が1ヶ月遅れたこともあって、実質12ヶ月の短工期となった。工程を決定づける大きな要素は、地下工事の進め方と地上階の資材揚重計画であった。地下の施工法については、当初から「逆打ち工法」を採用し、山留め・構台の合理化と地下・地上躯体の同時施工により工期短縮を図っている。今回は、地上階の揚重方法を検討することによって、更なる工期短縮の解決策を見出そうとした。

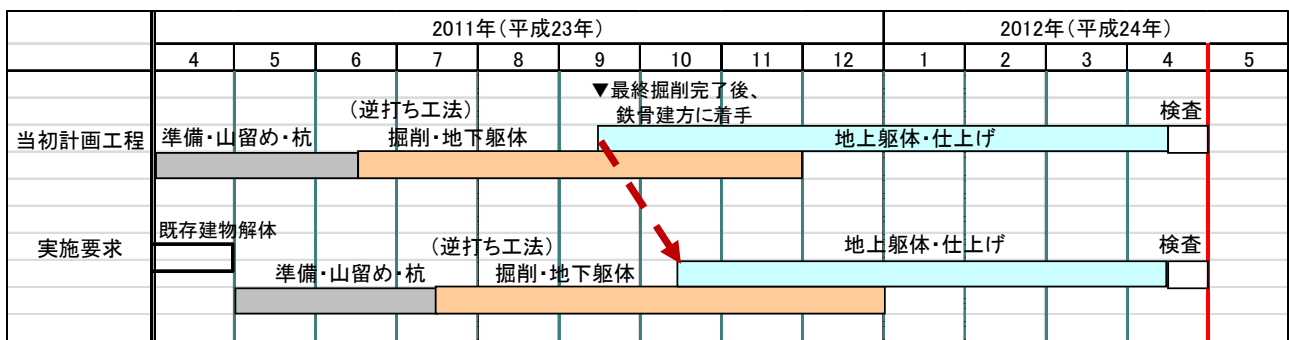


図-13 工期に関する当初工程と実施要求

6-2 揚重方法の検討

地上階の鉄骨建方を含めた揚重方法について、定置式タワークレーンによる揚重と移動式トラッククレーンによる揚重を比較検討した。

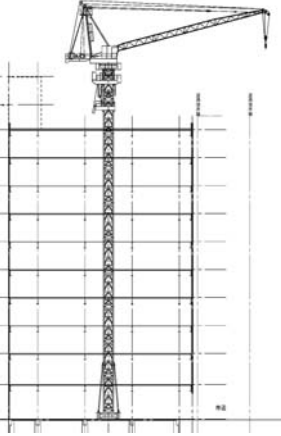
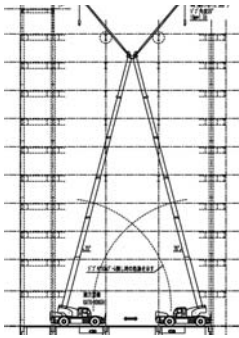
| 揚重機 | タワークレーン | 移動式クレーン |
|--------|---|--|
| 断面図 |  |  |
| 主な揚重資材 | 鉄骨材、押出成形セメント板、軽量鉄骨下地、ボード 屋上キュービクル、室外機 | |
| 長所 | 重量物にも対応 | 揚重費用DOWN 必要なときのみクレーン設置 クレーン設置、撤去が短期間 |
| 短所 | クレーン開口の仕上げ工期不足 道路通行制限による揚重作業時間制限 クレーン設置コスト約20,000千円UP | 揚重能力の制限 |

図-14 地上階揚重方法の比較

図-14 に示すように揚重方法を検討した結果、「タワークレーン案」ではクレーン解体後の開口部分の仕上げ工程が1ヶ月不足し、工期に間に合わないことと、クレーン設置によるコストが約20,000千円アップすることから、「移動式クレーン案」を採用した。鉄骨建方は最大120t油圧式クレーンから順次小型化し、65t、16t油圧式クレーンを使用して屏風建て方式で進めた。

図-15 に建方手順を示すが、建方期間中にエスカレーターをはじめ、空調室外機、電気キュービクル、外壁ALC板、内装材等々の資材の先行揚重を行い、工期短縮を図った。特に、屋上階への揚重は、65t移動式クレーンを用いて狭い荷揚げ開口から、慎重な作業で進めた。写真-7 に主な先行揚重の状況を示す。

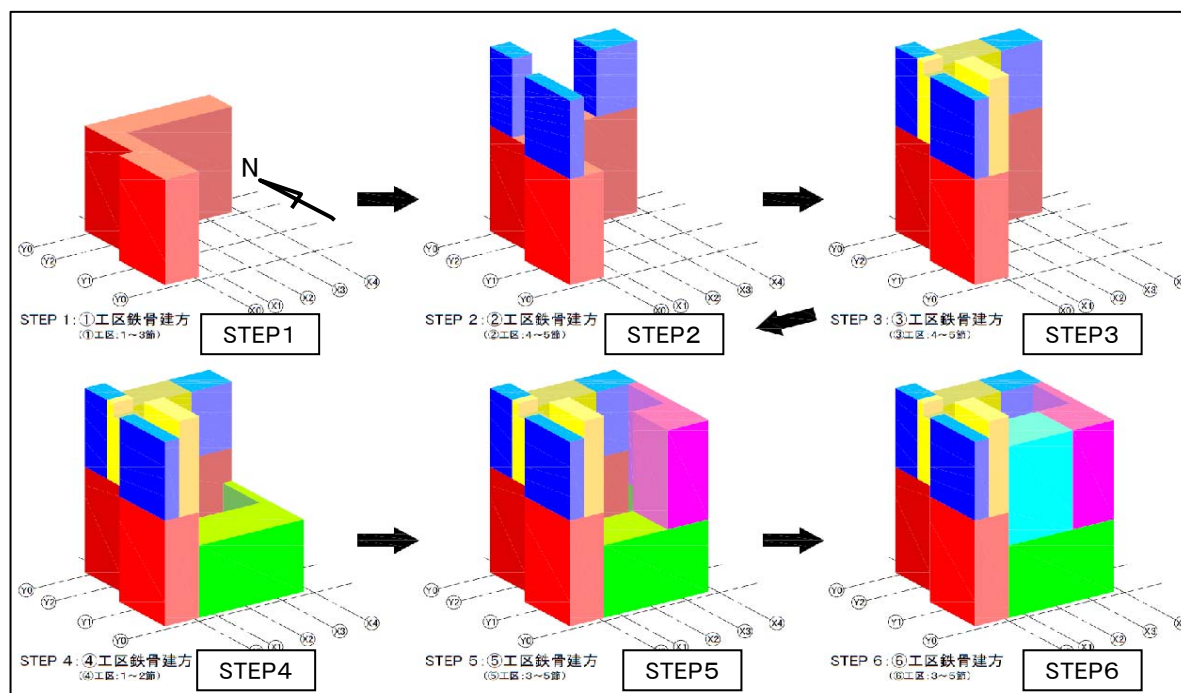


図-15 移動式クレーンによる鉄骨建方手順



写真-7 先行揚重による工期短縮

7. おわりに

発注者・設計監修者の理解を得ながら、且つ設計・施工のメリットを活かして採用した「杭頭半剛接合法 (FSR-Pile 工法)」は、繁華街や短工期に対応するための「逆打ち工法」の適用において、大きな課題に直面したが、皆で知恵を出しながら改善に取り組み、成果を収めることができた。今後は、更に汎用性の高い構工法として展開していきたい。最後に、本工事にご協力頂いた方々に感謝の意を表します。

13. 化粧屋根の納まりと意匠性の改善

社名： 松井建設(株)

氏名： 原田 修

| 項 目 | 内 容 |
|---|--|
| 1. 工事概要 | |
| (1) 工事名称 | 介護老人福祉施設 両総 新築工事 |
| (2) 規模(延床面積・階数) | 延床面積:3,012㎡、地上3階 |
| (3) 用途 | 福祉施設(特別養護老人ホーム) |
| (4) 主要構造 | RC造 |
| (5) 建設地 | 千葉県東金市 |
| (6) 施工期間 | 2011年11月～2012年8月 |
| (7) 工事費 | — |
| (8) 設計者 | (株)インターピア |
| 2. 改善概要 | |
| (1) 狙い・目的 | <ul style="list-style-type: none"> ・化粧屋根周りの防水納まりを改善する。 ・化粧屋根の見栄えを良くする。 |
| (2) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の 問題・課題など改善前の状況) | <ul style="list-style-type: none"> ・化粧屋根の鉄骨支柱下部の防水施工が納まり上困難である。 ・化粧屋根下地があり、ドレン管が通せない。 ・屋根勾配がゆるく外部から化粧屋根が見えない。 |
| (3) 改善概要 | <p>見掛けを変えずに防水の納まり・雨水処理を行う為、下記の改善を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・仕上げ材をガルバリウム鋼板からフレクサラムに変更した。 ・鉄骨下地を変更した。 ・基礎形状を独立基礎とし、防水納まりを変更した。 ・屋根勾配を大きくして、屋根が見えるよう変更した。 |
| (4) 改善による効果 | |
| ・Q(品質) | ・複雑な鉄骨下地を簡略化することにより、防水納まりが改善された。 |
| ・C(コスト) | ・鉄骨下地の簡略化が図れ、当初計画に対して32%のコストダウンとなった。 |
| ・D(工期) | ・屋根工事の工程が18日短くなり、工期短縮となった。 |
| ・S(安全) | — |
| ・E(環境) | — |
| ・その他の効果 | ・屋根勾配を大きくしたので、化粧屋根の形状が外部から良く分かるようになった。 |

化粧屋根の納まりと意匠性の改善

松井建設(株)東京支店建築第一部
原田 修

1. はじめに

本工事は、千葉県東金市にある特別養護老人ホーム（地上3階建、60床）の新築工事である。本建物の防水仕様は、陸屋根のアスファルト防水であるが、化粧屋根部分はウレタン防水の上に鉄骨下地を組んでいる。また、外観的には、建物周囲に化粧屋根を施して、建物が勾配屋根であるかのように見せる計画をしている。

本報告は、化粧屋根の防水納まりと意匠性の改善を検討したものである。

2. 工事概要

工事名称：介護老人福祉施設 両総 新築工事
建設地：千葉県東金市南上宿字2丁目8-2他
用途：特別養護老人ホーム
敷地面積：3,832 m²
建築面積：1,542 m²
延床面積：3,012 m²
構造・規模：鉄筋コンクリート造 地上3階
施工期間：2011年11月～2012年8月
設計：(株)インターピア

3. VE活動による改善テーマ抽出

弊社では、原則として全作業所において、施工段階のVE計画会議を工事着手前の極力早い時期に開催し、改善テーマを抽出・検討している。当作業所においても、工事着手前にVE計画会議を開催した。

4. 提案の背景

本建物は図1,2に示すように、鉄筋コンクリート造で、屋根は陸屋根のアスファルト防水である。外観上、勾配屋根に見せたいため、屋上の建物周囲に化粧屋根を施しているが、原設計では、外部から化粧屋根の勾配がゆるく見えづらい。また、化粧屋根下地とアスファルト防水の取合いも不明確な部分があり、検討の必要があった。

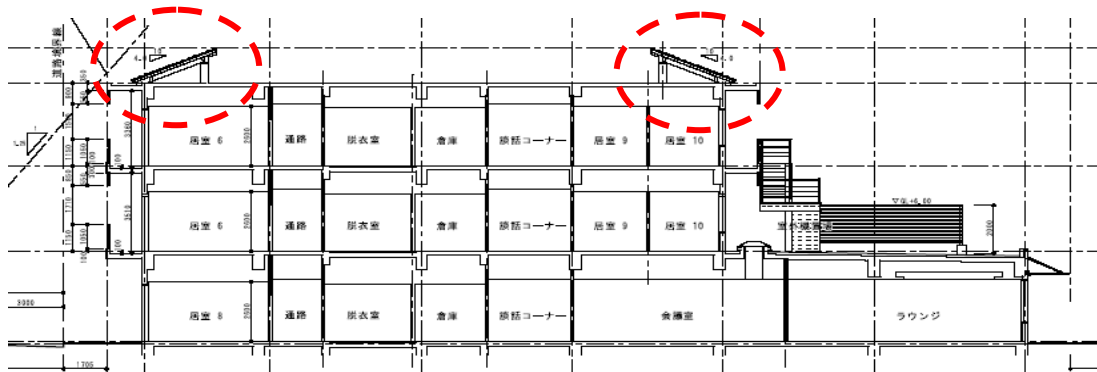


図1 断面図

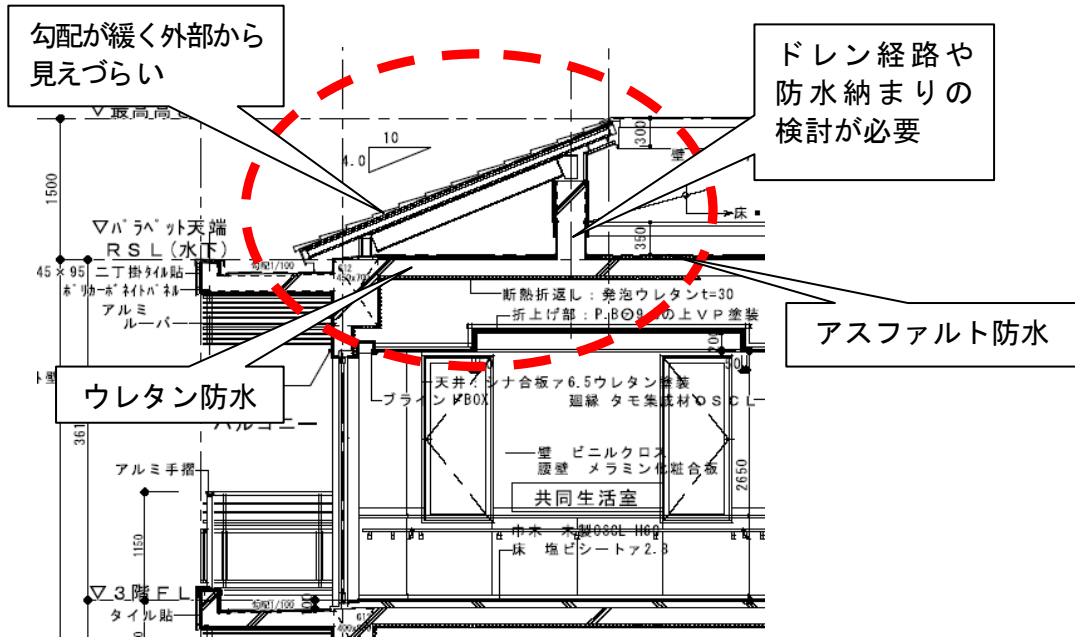


図2 原設計

5. テーマに対するVE活動

(1) 機能系統図

化粧屋根にはどんな働きがあるかを抽出・整理して、機能系統図を作成した。その一部を図3に示す。

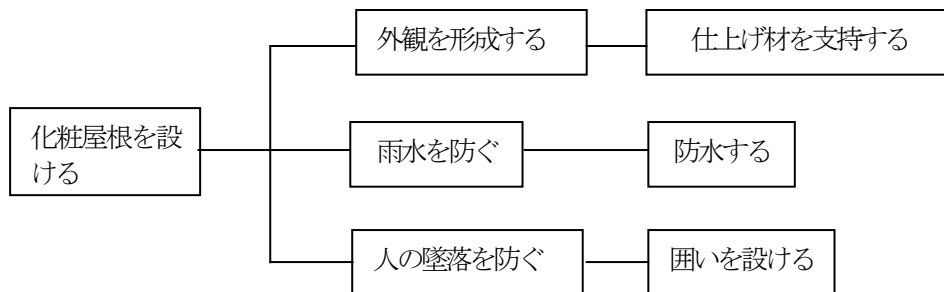


図3 機能系統図

(2) 各機能に対して検討

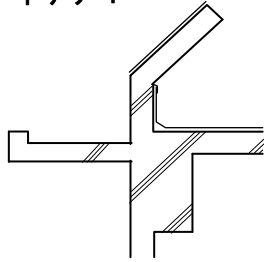
機能系統図で抽出した各機能について、以下の改善案を検討した。

- ・ 外観を形成する
 - 外観の意匠性を良くする為に、勾配屋根が見えるようにする。
- ・ 雨水を防ぐ
 - 屋上にアスファルト防水を施せば、化粧屋根で防水する必要はない。
- ・ 人の墜落を防ぐ
 - 屋上の手摺として、利用できるものに変更する。

(3) 機能をとらえて出したアイデア

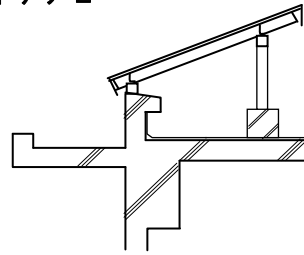
機能をとらえて、図4に示す4つのアイデアを抽出した。

アイデア1



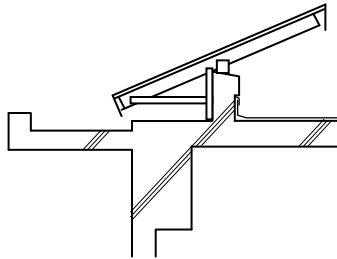
- ・パラペットの形状を変えて、表面はガルバリウム鋼板葺きとする
- ・防水はアスファルト防水
- ・バルコニーはウレタン防水

アイデア2



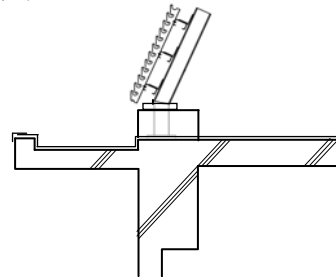
- ・パラペットと独立基礎に鉄骨支柱を建て、2点で化粧屋根を支持する
- ・ガルバリウム鋼板葺き
- ・防水はアスファルト防水
- ・バルコニーはウレタン防水

アイデア3



- ・布基礎を設け、化粧屋根を1点で支持する
- ・ガルバリウム鋼板葺き
- ・防水はアスファルト防水
- ・バルコニーはウレタン防水

アイデア4



- ・独立基礎に斜めに鉄骨支柱を建て、フレクサラムを張る
- ・独立基礎とする
- ・防水は底までアスファルト防水
- ・屋根勾配を大きくする

図4 抽出したアイデア(1~4)

(4) アイデア比較

表1に示すように施工性・外観・防水性・経済性の観点から各アイデアを評価した。その結果、アイデア4が総合的に最善の案と判断した。

表1 アイデア評価表

| | アイデア1 | アイデア2 | アイデア3 | アイデア4 |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 施工性 | △ | × | × | ○ |
| 外観 | ○ | × | × | ○ |
| 防水性 | ○ | ○ | △ | ○ |
| 経済性 | △ | × | × | ○ |
| 総合評価順位 | 2 | 3 | 4 | 1 |

6. 採用された改善案（アイデア4）

見掛けを変えずに防水の納まり・雨水処理を行う為、図5,6、写真1～3に示す下記の改善を行った。

- ・鉄骨下地を変更した。
- ・基礎形状を独立基礎とし、防水納まりをウレタン防水からアスファルト防水へ変更した。
- ・屋根勾配を大きくして、地上から屋根が良く見えるよう変更した。
- ・その結果、仕上材をガルバリウム鋼板からフレクサラムへの変更が可能となった。

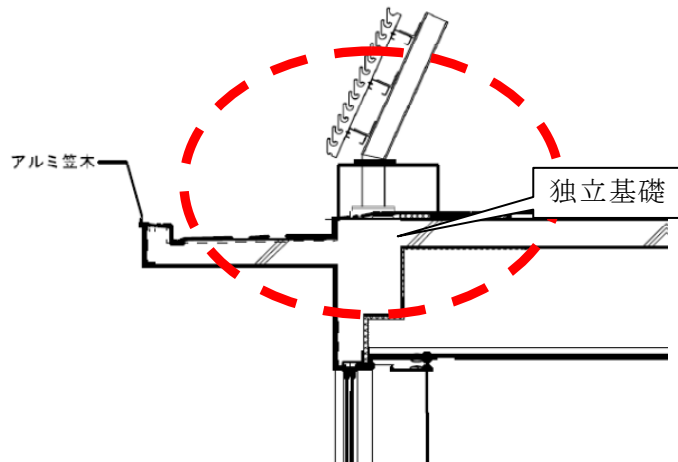


図5 採用アイデア

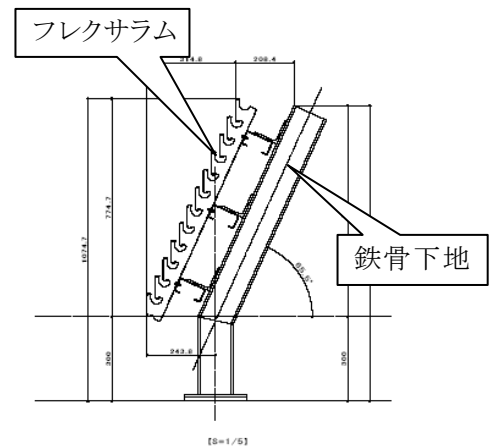


図6 化粧屋根詳細



写真1 鉄骨下地取付状況



写真2 フレクサラム取付

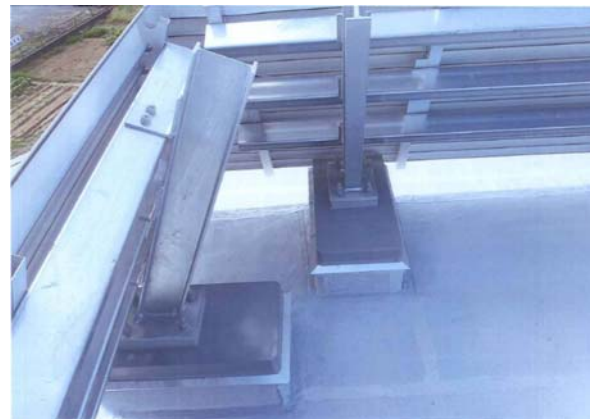


写真3 フレクサラム取付

7. VEによる効果

今回のVEにより、以下の効果が得られた。

7-1 Q（品質）

複雑な鉄骨下地を簡略化することにより、防水納まりが改善された。

7-2 C（コスト）

表2に示すように、鉄骨下地の簡略化が図れ、32.6%のコストダウンとなった。

表2 改善案のコスト（当初案コストを100）

| 工種 | 改善案コスト |
|------------|--------------|
| 鉄骨工事 | 32.6 |
| 屋根工事 | 100 |
| 合計 | 67.4 |
| CD率 | 32.6% |

7-3 D（工程）

図7に示すように、屋根工事の工程数が少なくなり、18日間の工期短縮となった。

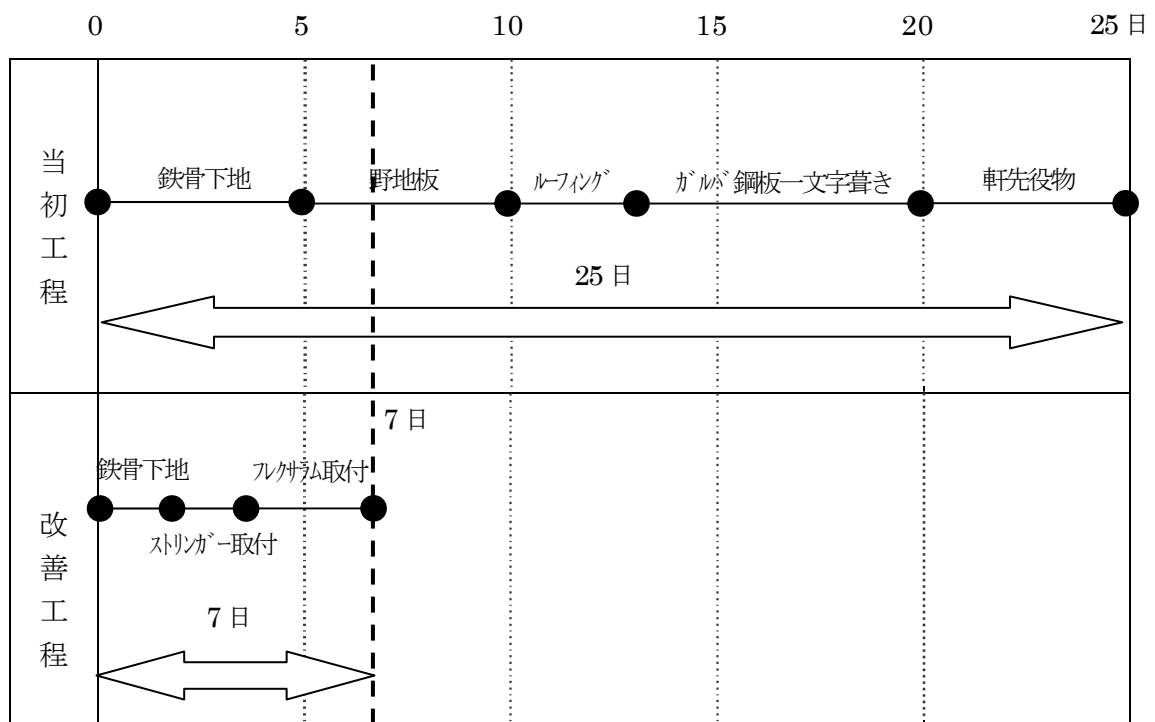


図7 工程比較

7-4 その他の効果

写真4に示すように、屋根勾配を大きくしたことにより、化粧屋根の形状が外部から良く分かるようになった。



写真4 外観

8. おわりに

今回の工事におけるVEでは、化粧屋根の機能を整理し、防水機能を化粧屋根以外のコンクリート躯体に持たせることにより、化粧屋根の機能を意匠機能に特化させた。一般的に屋根と言えば、風雨を防ぐという概念がある。しかし、機能を整理することで、今回の事例では屋根本来の機能が必ずしも必要でないことがわかった。

このVEで最も苦労した点は、化粧屋根の見本作製と写真を用いての施主への説明、及び了解を得るのに時間が掛ったことである。

今回は建物の一部分における改善事例を報告した。弊社のVE計画会議で取り上げるテーマは、このように大部分が小さなVEである。しかし、チリも積もれば山となるではないが、小さなVEを積み重ねることで大きなコストダウンとなる。小さなVEは活動時間も短いので、結果もすぐ出るという利点もある。

今後も、既成の概念にとらわれない柔軟な発想をもって、VE活動に取り組んでいきたいと思う。

14. 体育館屋根耐震補強工事における改善

社名： 日本国土開発(株)

氏名： 米田 和彦

| 項 目 | 内 容 |
|---|--|
| 1. 工事概要 | |
| (1) 工事名称 | 上坂部小学校北棟改築等工事 |
| (2) 規模(延床面積・階数) | 延床面積:5,977㎡、地上3階、塔屋1階 |
| (3) 用途 | 小学校 |
| (4) 主要構造 | RC造、一部S造 |
| (5) 建設地 | 兵庫県尼崎市 |
| (6) 施工期間 | 2012年3月～2013年9月 |
| (7) 工事費 | — |
| (8) 設計者 | — |
| 2. 改善概要 | |
| (1) 狙い・目的 | <ul style="list-style-type: none"> ・(狙い)体育館大屋根耐震補強工事における改善を図る。 ・(目的)既設小梁のガセットプレートの取外し手間削減(工期短縮・コストダウン)と大梁部材の熱による強度影響を防止する(品質確保)。 |
| (2) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の 問題・課題など改善前の状況) | <ul style="list-style-type: none"> ・既設ガセットプレートを取り外す時のリスク ガセットプレートを溶断する際に、鉄骨強度に悪影響を与える恐れがあった。 また、既設梁を取外すことにより歪を起す恐れがあった。 ・夏季高温時の屋根裏作業(火気使用)のリスク 火災事故や熱中症等を引き起こす可能性があった。 |
| (3) 改善概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・既設ガセットプレートの横に新設ガセットプレートを先行付けすることにより上記のリスクを低減させた。 ・既設ガセットプレートは、取外さず塗装処理した。 |
| (4) 改善による効果 | |
| ・Q(品質) | ・熱を加えない為、既存鉄骨部への強度影響を低減した。 |
| ・C(コスト) | ・既設ガセットプレートの撤去費を削減した(全90箇所のうち76箇所)。 (仮設費を含め20%のコストダウン) |
| ・D(工期) | ・既設ガセットプレートの取外し、研磨仕上の工期を合計14日間短縮した。 |
| ・S(安全) | ・火災、熱中症を防止した。 |
| ・E(環境) | ・火気の使用削減により、CO ₂ を削減した。 |
| ・その他の効果 | — |

体育館屋根耐震補強工事における改善

日本国土開発(株) 西日本支店
米田 和彦

1. はじめに

上坂部小学校北棟改築等工事は、上坂部小学校北棟の新築工事及び管理・普通教室棟の耐震改修を行う工事である。耐震補強・改修工事においては、主に夏休み期間内での限られた工期であり、工事を行う上で品質を損なうことなく工程短縮を行う必要性があった。

ここでは、体育館屋根の耐震補強工事における改善の内容および成果について報告する。

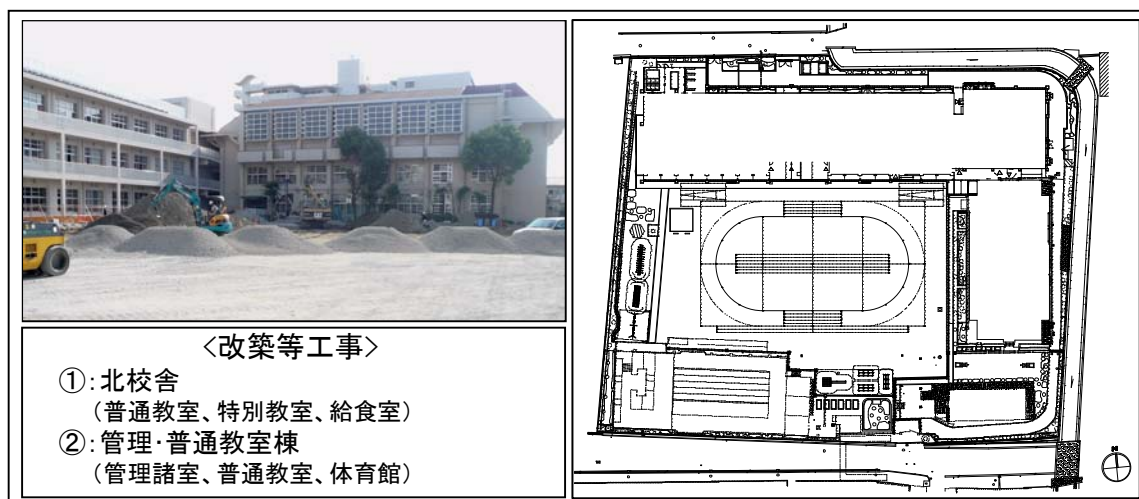


図1 敷地配置図等

2. 工事概要

工事名称： 上坂部小学校北棟改築等工事
工事場所： 兵庫県尼崎市東塚口町1-15-36
発注者： ー
設計： ー
工事監理： ー
施工者： 日本国土開発 ・ 吉川共同企業体
工期： 【全体工期】 2012年3月5日～2013年 9月30日
【耐震補強】 2012年5月6日～2012年10月30日
用途： 小学校
構造規模： 延床面積 5,989㎡(増築部分) + 3,168㎡(既存部分) = 9,157㎡
建築面積 2,276㎡(増築部分) + 1,532㎡(既存部分) = 3,808㎡
地上3階、塔屋1階
敷地面積： 11,056.45㎡

3. 改善概要

3-1 狙い・目的

- ・ 体育館大屋根耐震補強工事におけるコストダウンを図る。
- ・ 既設小梁のガセットプレートの取外し手間の削減（工期短縮・コストダウン）と大梁部材の熱による強度影響を防止する（品質確保）。

3-2 問題点・背景、施工条件

①既設ガセットプレートを取り外す時のリスク

熱を梁にかけることにより鉄骨強度に悪影響を与える恐れがあった。また、既設梁を取外すことにより歪を起す恐れがあった。

②夏季高温時の屋根裏作業（火気使用）のリスク

工事期間は8月1日～8月末日の間で、最も暑い時期の屋根裏作業であり、火気を使用する時点では、40℃を越える環境が予測される為、火災事故や熱中症等を引き起こす可能性があった。

3-3 改善概要

- ・ 既設ガセットプレートの横に新設ガセットプレートを先行付けすることにより上記のリスクを低減させた(図2~4)。
- ・ 既設ガセットプレートは、取外さず塗装処理した。
- ・ 限られた期間内での作業の為、工期短縮を図った。

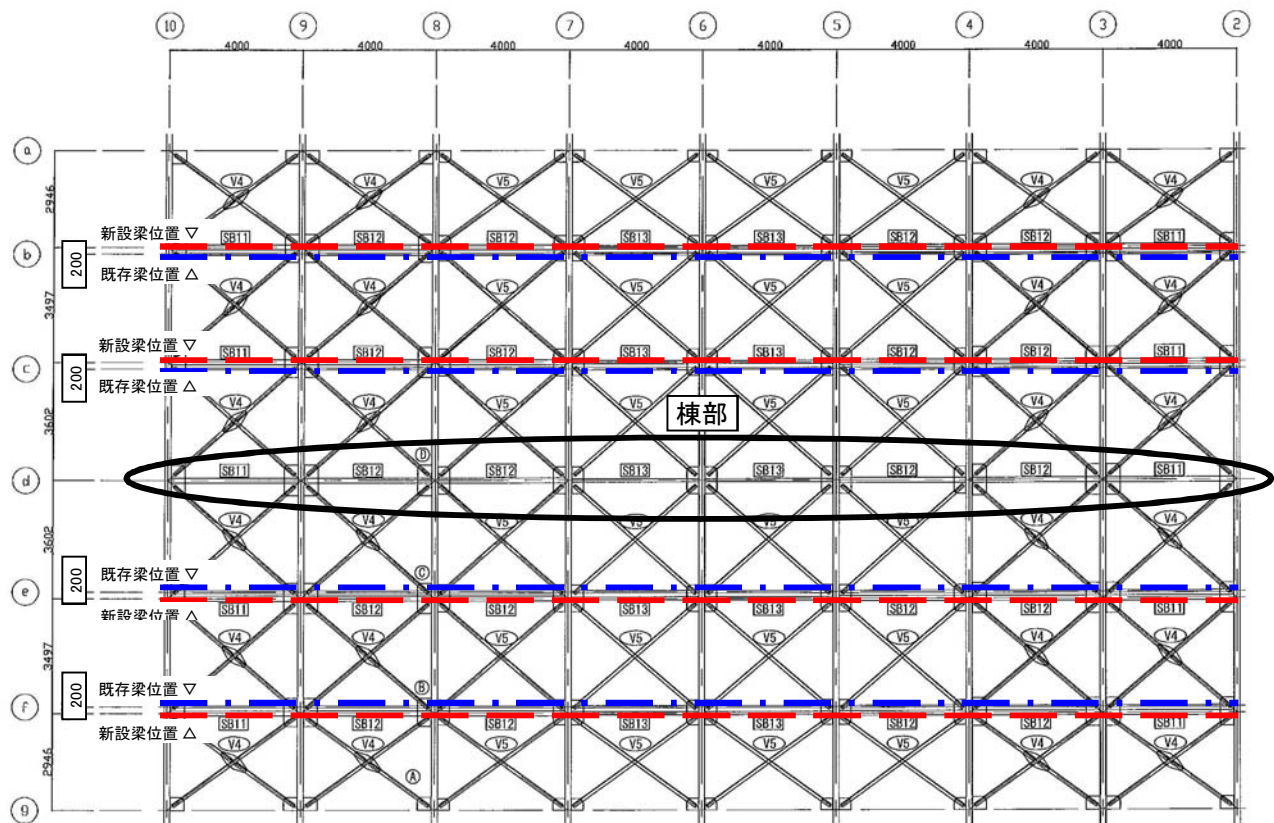


図2 耐震改修概要図

新設SB11、SB12、SB13は棟を除き、既存梁位置から200mm軒側にずらして新設ガセットプレートを現場溶接により取付ける(図4)。

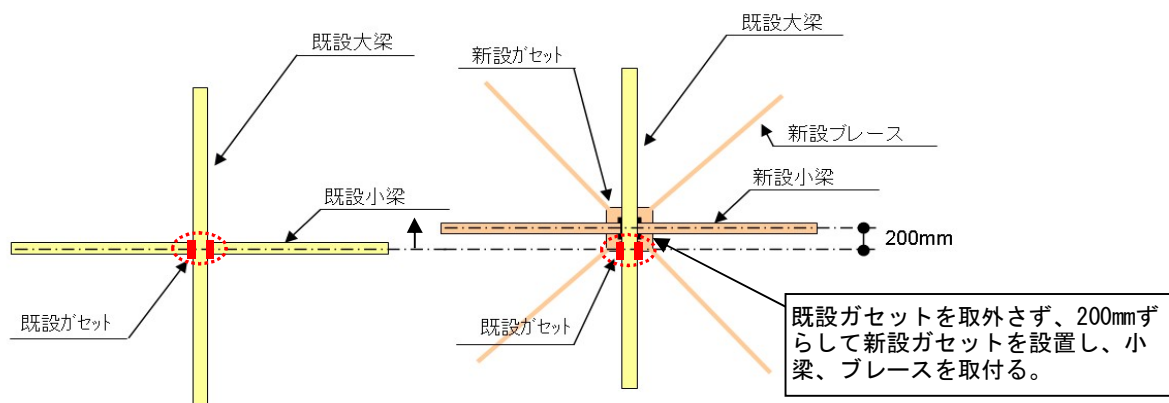


図3 改修前の部材取付状況

図4 改修後の部材取付状況

■新設小梁取付け部の詳細

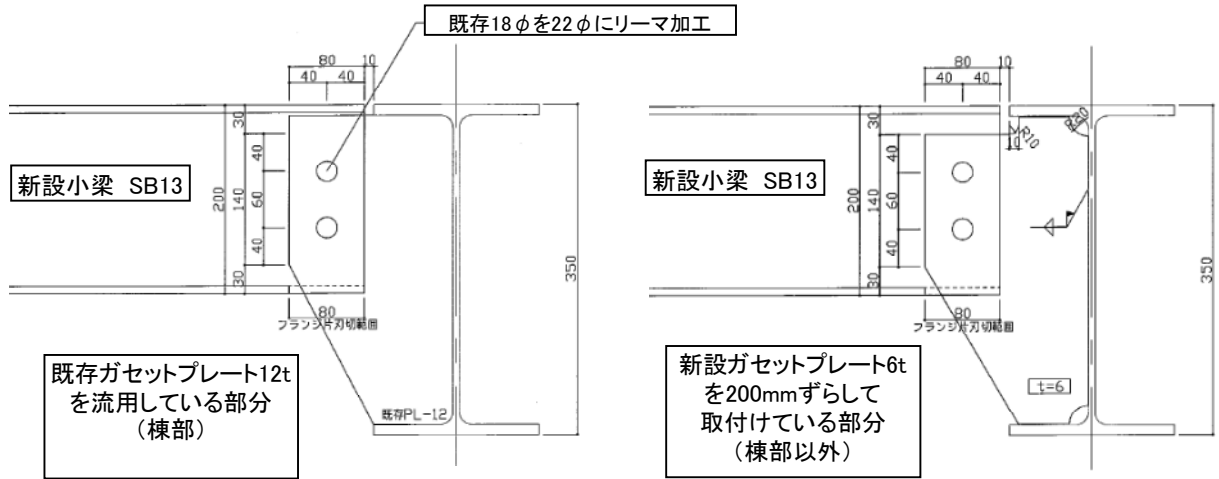


図5 小梁(SB13)の取付部詳細の例 (左:既存PL流用(棟部), 右:新設PLによる取付)

■棟部の施工

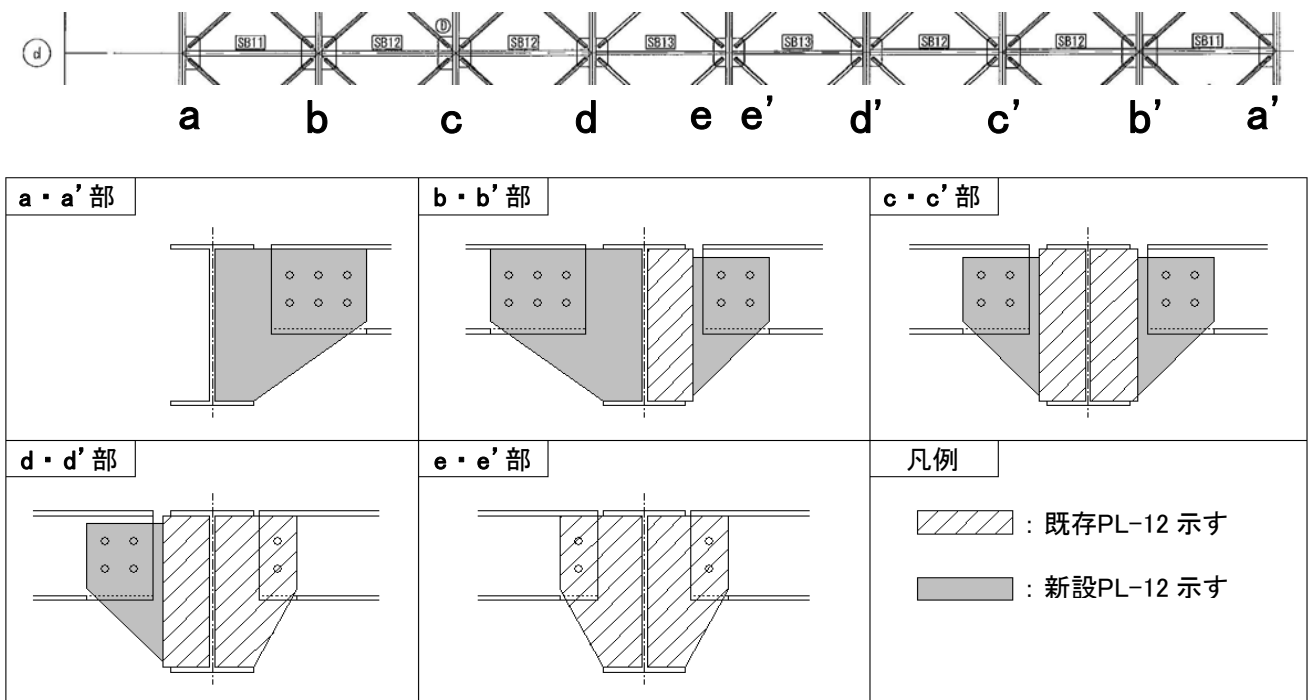


図6 棟部耐震改修図

棟部のSB11、SB12、SB13の取り付けガセットプレートは、つなぎ材により以下の3種類の施工法を用いる。

- ・既存ガセットプレートを利用 (e・e'部)
- ・新設ガセットプレートを溶接 (a・a'部)
- ・既存ガセットプレートを切断し、切断部に新設ガセットプレートを溶接 (b・b'部、c・c'部、d・d'部)

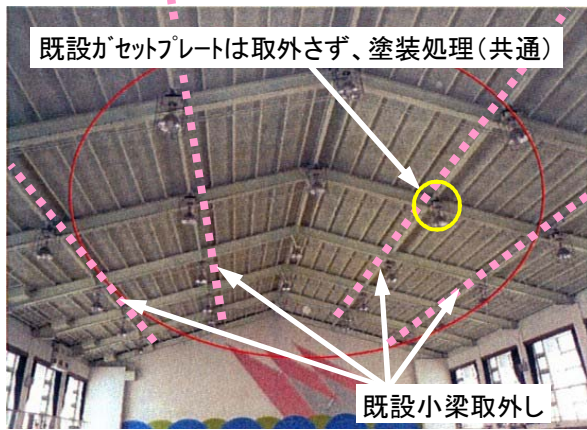


写真1 耐震補強改修前の鉄骨屋根組状況



写真2 耐震補強改修後の鉄骨屋根組状況



写真3 新設ガセットプレート取付部ケレン状況



写真4 新設ガセットプレート取付状況



写真5 新設梁及び新設ブレース取付状況



写真6 本締め完了状況

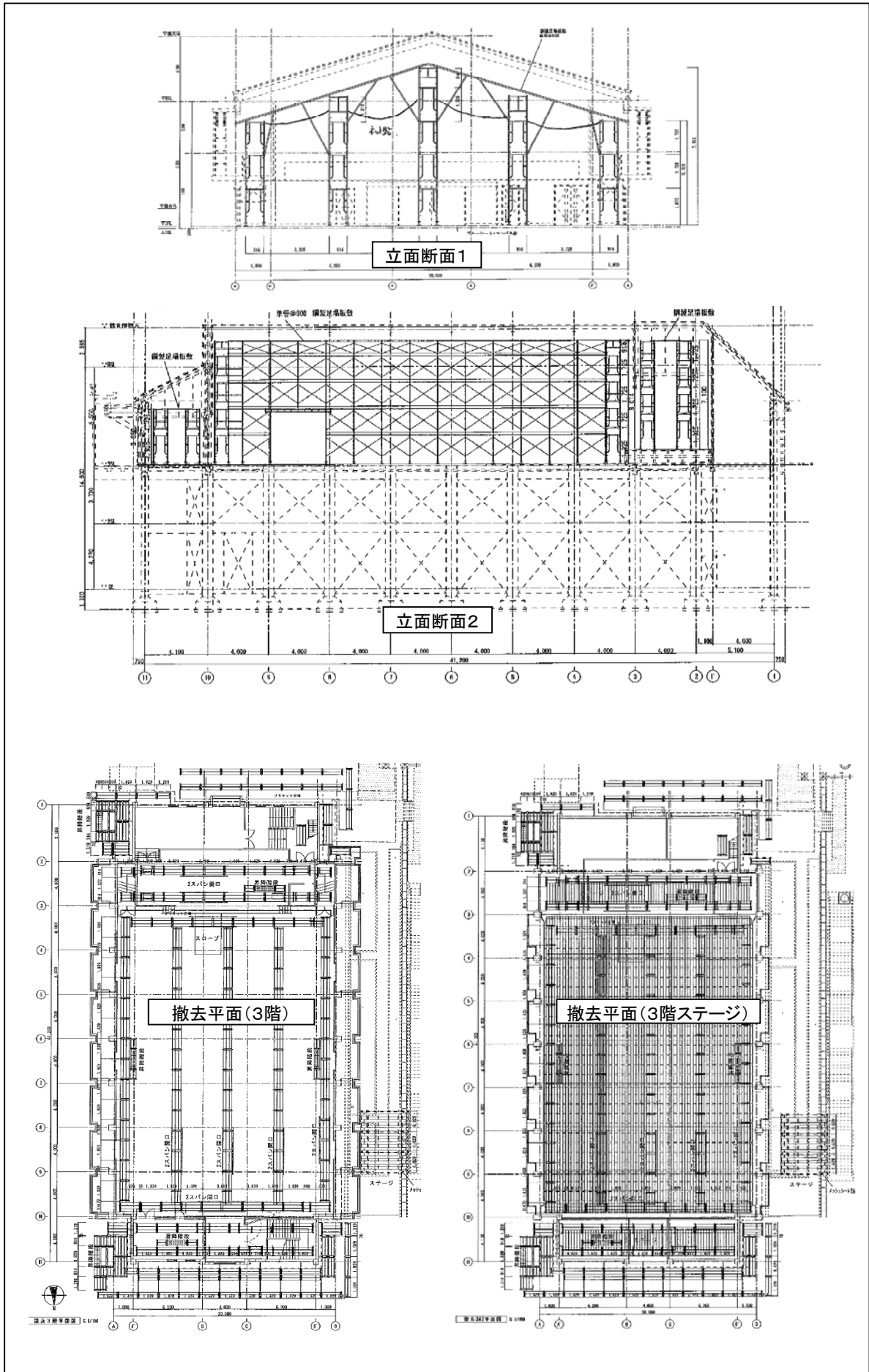


図7 仮設計画(棚足場図:参考)

■当初計画と改善計画の溶接・切断距離の比較

表1 改善前（当初計画）

| 当初計画 | (単位 : mm) |
|-------------------------|-----------|
| 既存PL切断・研磨 (b, c, e, f通) | 42,880 |
| 新設GR溶接 (b, c, e, f通) | 42,880 |
| 既存PL切断・研磨 (棟部) | 2,640 |
| 新設GR溶接 (棟部) | 5,320 |

表2 改善後

| 改善計画 | (単位 : mm) |
|-------------------------|-----------|
| 既存PL切断・研磨 (b, c, e, f通) | 0 |
| 新設GR溶接 (b, c, e, f通) | 42,880 |
| 既存PL切断・研磨 (棟部) | 2,640 |
| 新設GR溶接 (棟部) | 5,320 |

改善した施工方法により、当初計画時より既存ガセットプレート切断距離を約42,880mm 少なくすることが出来た。また、仮設存置期間の短縮により全体での工期短縮が図れ、トータルで約20%のコストダウンを達成した。

3-4 改善による効果

以上のような取り組みにより、下記に示す改善効果を得ることが出来た。

- ・Q(品質) : 熱を加えない為、既存鉄骨部への強度影響を低減した。
- ・C(コスト) : 既設ガセットプレートの撤去費を削減した (76箇所/全90箇所)。
* 仮設費を含め20%のコストダウン
- ・D(工期) : 既設ガセットプレートの取外し、研磨仕上の工期を短縮した (合計14日)。
* 撤去 鍛冶工2人 →7日短縮
* 検査回数の減少 →7日短縮
設計図書通りの位置に新設梁を設置する方法では、撤去・下地処理・ガセットプレート取付・溶接検査・寸法実測・加工等を箇所毎に順次行う必要があり、大屋根施工中の事故防止対策にも日数を要する計画であった。
今回の改善方法では、既存ガセットプレートの撤去が無く、新設位置をずらすことにより、構造安全性を保ちながら新設梁の取付工事を一度にスムーズに行うことが出来た。
- ・S(安全) : 火災、熱中症を防止した。
- ・E(環境) : 火気の使用削減により、CO₂を削減した

4. まとめ

当初の耐震補強では、既設の小梁とガセットプレートを取り外した後に、新設のガセットプレートを取付け、新設の小梁、ブレースを設置する計画であった。しかし、既設ガセットプレートの取り外しに伴い、溶断時の熱による大梁への強度影響や、火気使用による夏場の屋根裏作業での作業環境悪化を原因とする熱中症や、火災事故の発生などのリスクが考えられた。

その為、改善案として、既設ガセットプレートの横に新設ガセットプレートの先行付けを行った結果、上記リスクの低減と合わせ、仮設費を含め約20%のコストダウン及び合計14日間の工期短縮に繋がった。

技術提案制度専門部会の活動経緯

1.設置時期 : 1983年10月 (発足時名称:VE専門委員会)

2.活動目的 : **【現在】** ①公共工事等における総合評価方式入札等の技術提案を伴う諸制度に対する調査・提言。
②技術提案活動におけるVE等の価値向上手法の有効活用促進。
【発足時】 ①公共工事におけるVE提案制度の導入の必要性和実現に伴う問題点の検討。
②公共工事におけるVE提案制度の調査・提言。

3.活動実績 : (1)情報の発信・報告書の作成

| | |
|-------|---|
| 1984年 | VE提案制度の公共工事への適用について |
| 1985年 | 在日米軍VE提案制度に関する調査報告書 在日米軍基地(三沢)のVE提案制度の実態調査結果 |
| 1988年 | BCS版VEについて コントラクターの所有する技術活用に関する法的検討(法的検討小委員会) |
| 1989年 | VE制度に関する実態調査報告書 |
| 1990年 | VE特約条項の提案 VE提案活動の建設分野での活用について |
| 1991年 | VE提案ケーススタディ報告書 |
| 1992年 | VE提案制度に関するアンケート報告書 |
| 1994年 | VE提案制度と活動事例(講習会の実施:東京・大阪・仙台・福岡・札幌) |
| 1995年 | 同上 改定版 (同上) |
| 1997年 | VE提案に対する報奨制度について |
| 1998年 | 専門工事業者のVE提案制度 VE提案制度の仕組みと活用 |
| 1999年 | 同上 改定版 BCS-VE情報(第1号) |
| 2000年 | 公共工事VE提案制度の発注工事別要点集 BCS-VE情報(第2号・第3号) VEアウトソーシング業者名簿 VE発表事例集(1997年から1999年分の総集編) |
| 2001年 | BCS-VE情報 ('01:第4号・第5号) ('02:第6号・第7号) ('03:第8号・第9号) ('04:第10号・第11号) ('05:第12号・第13号) ('06:第14号・第15号) ('07:第16号・第17号) ('08:第18号・第19号・第20号) *2009年より、専門部会内部情報・資料とする(「BCS-総合評価方式関連情報」と改称) |
| 2010年 | BCS-総合評価方式関連情報 ('09:第1号・第2号・第3号・第4号) ('10:第1号・第2号・第3号・第4号) *2011年より「日建連-総合評価方式関連情報」と改称 建築技術(2009.07)「特集:建築物の価値を高める改善技術 VI事例 改善技術」に寄稿 ・BCS・VE等専門部会の活動 ・施工段階におけるVE・改善事例の活用と留意点(21事例シート) |
| 2011年 | 日建連-総合評価方式関連情報 ('11:第1号・第2号・第3号 … 2011年11月現在) |
| 1997年 | BCS-VE発表会の実施(会場:東京・大阪・仙台、2回/年実施) *2010年より「VE等施工改善事例発表会」と改称 |
| 2000年 | 第10回建築工事東北ブロック会議で契約後VE事例を紹介 |
| 2012年 | VE等施工改善事例発表会の実施(会場:東京・大阪、2回/年実施 … 2013年現在継続中) |

(2)意見交換した主な機関

- 1)米国政府機関 米国防総省 (建設技術局VE課 ・ 南太平洋区総局座間担当者)
- 2)中央官庁 国土交通省 (大臣官房技術調査課 ・ 大臣官房官庁営繕部営繕計画課 ・ 大臣官房地方厚生課 ・ 大臣官房研究学園都市施設管理企画室 ・ 関東地方整備局 ・ 北陸地方整備局 ・ 近畿地方整備局)
文部科学省 (大臣官房文教施設企画部施設企画課契約情報室)
防衛省 (装備施設局装備施設本部施設計画課)
- 3)地方自治体 都・府・県 (東京都財務局 ・ 東京都住宅局 ・ 京都府土木建築部 ・ 大阪府住宅まちづくり部 ・ 和歌山県土木整備部)
市 (神戸市住宅局 ・ 福岡市建築局)
- 4)独立行政法人 都市再生機構 (技術・コスト管理室)
- 5)関連団体 日本バリューエンジニアリング協会 ・ 日本土木工業協会 ・ 日本建築家協会
- 6)その他 京都大学工学部建築学教室 ・ 赤坂VE研究所

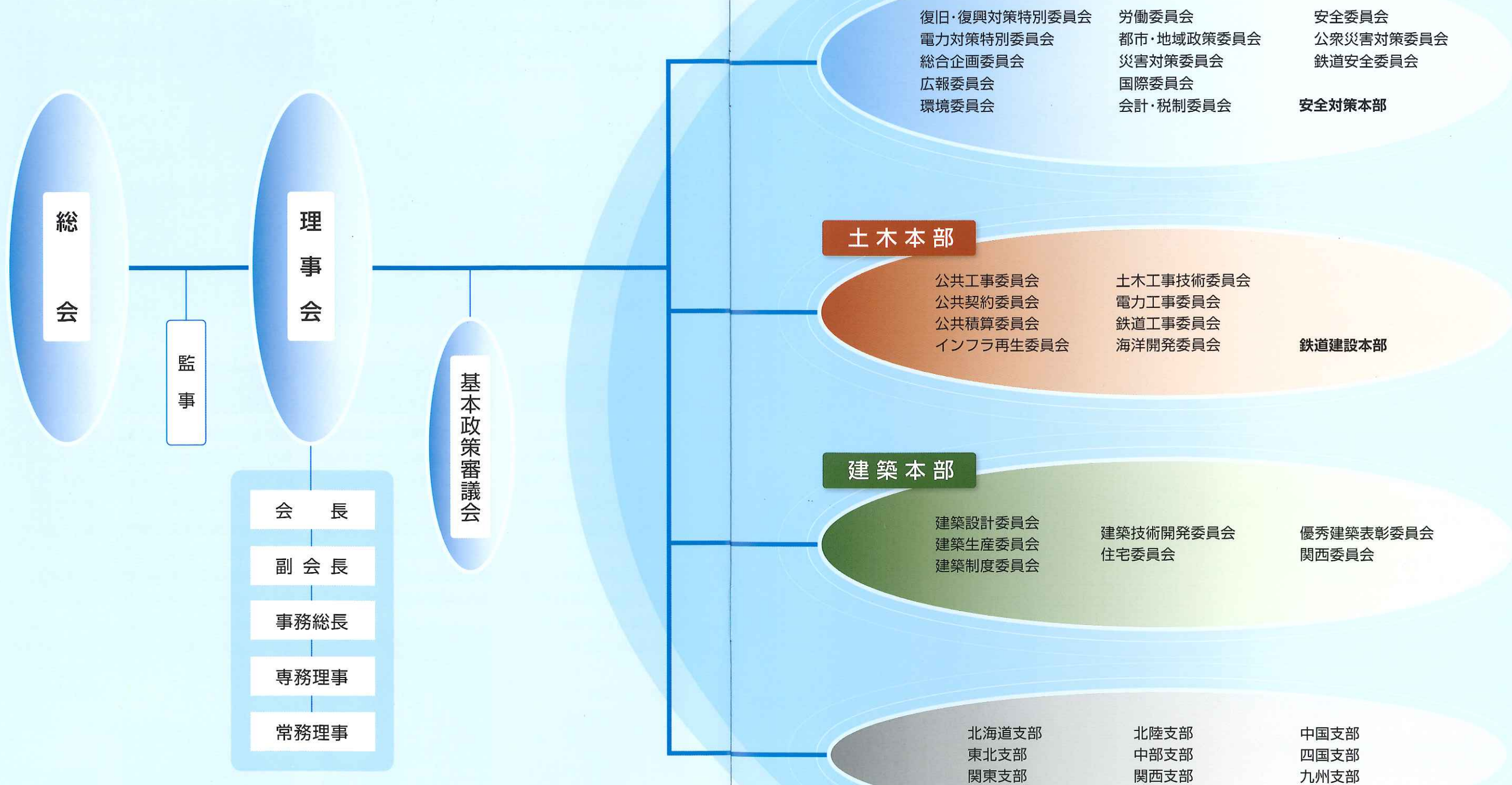
(3)参画・協力・受賞

- 1)神戸市建築コスト低減方策懇談会に参画(1990年～1993年)
- 2)神戸市のVE試行への協力(1990年)
- 3)欧州における公共建築生産方式に関する実態調査(旧建設省)に参加(1993年)
- 4)(財)日本建築センター「バリューエンジニアリングに関する検討委員会」に参加(1993年)
- 5)(財)建築コスト管理システム研究所「公共建築事業実施手法研究会」に参画(1993年)
- 6)(社)日本バリューエンジニアリング協会「VE全国大会フォーラム」への参画(1995年・1996年)
- 7)(財)建築コスト管理システム研究所「公共建築VEの手引き編集委員会」に参画(1998年)
- 8)(財)建築コスト管理システム研究所「公共建築VEの手引き改訂版編集委員会」に参画(2000年)
- 9)(社)日本バリューエンジニアリング協会より「VE特別功績賞」を受賞(2001年)

(4)調査・アンケート等

- 1)外国 在日米空軍三沢基地
- 2)官公庁 旧建設省 ・ 防衛施設庁 ・ 会計検査院
- 3)民間企業 トヨタ ・ JR東日本 ほか

組織 organization



技術提案制度専門部会委員一覧（敬称略・順不同）

[平成 25 年 10 月現在]

| | | |
|---------|-------|-------------|
| 主査 | 宮川宏 | (株)大林組 |
| 副主査 | 曾我行雄 | (株)フジタ |
| [第1分科会] | | |
| リーダー | 下川弘 | (株)安藤・間 |
| サブリーダー | 加藤亮一 | 鹿島建設(株) |
| 委員 | 湯谷孝夫 | (株)鴻池組 |
| | 高崎哲哉 | 五洋建設(株) |
| | 川端久勝 | 大成建設(株) |
| | 佐藤功 | (株)竹中工務店 |
| | 本山一弘 | 東急建設(株) |
| | 上見修一郎 | 戸田建設(株) |
| | 楠浴淳士 | 西松建設(株) |
| | 宗永芳 | 前田建設工業(株) |
| [第2分科会] | | |
| リーダー | 奥山信博 | 清水建設(株) |
| サブリーダー | 米川隆志 | 共立建設(株) |
| 委員 | 小林宏充 | (株)浅沼組 |
| | 西尾浩治 | 日本国土開発(株) |
| | 河田哲治 | 松井建設(株) |
| | 相川威文 | 三井住友建設(株) |
| | 宮崎晃 | りんかい日産建設(株) |

©一般社団法人 日本建設業連合会（2013年）

本誌掲載内容の無断転載を禁じます