

5. アリーナ建築における施工の合理化

社名: 佐藤工業(株)

氏名: 辻 和快

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	函館アリーナ新築主体その他工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 15, 693㎡、地上3階
(3) 用途	多目的アリーナ施設
(4) 主要構造	RC造、一部S造
(5) 建設地	北海道函館市
(6) 施工期間	2013年9月～2015年7月
(7) 工事費	4, 618(百万円)
(8) 設計者	大建設・ティーアンドパルス函館アリーナ新築実施設計・工事監理業務 委託共同企業体
2. 改善概要	
(1) 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"> ▪ 建物形状が複雑なため意匠・構造の各納まりの検討と、仮設計画が必要であった。 ▪ 工期が厳しいため、工期短縮を行う必要があった。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 厳しい工期のため、工期の短縮を図る。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 軒天庇内は外部仕様とした(断熱ラインの変更)。また、先端と根元ではディテール検討を行い、鋼板を同一加工品の納まりとし、要求される風圧力に耐える検証を行った結果、下地仕様の変更提案が採用され合理化された。 ▪ アリーナ天井仕上用足場を、吊り足場工法(商品名: クイックデッキ)を採用し、上下作業(組立解体を除き)を行った。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	—
・C(コスト)	▪ 実施予算比に対して11.2%の低減が図られた。
・D(工期)	▪ 吊り足場の採用により、上下作業(組立解体を除き)が可能となり仕上げ工事の生産性が向上した。
・S(安全)	▪ 隙間のない吊り足場の採用によって、安全な作業床が確保された。
・E(環境)	▪ 高所作業車の使用がなくなり、CO ₂ の発生源を無くした。
・その他の効果	▪ GLAYによる、こけら落とし公演が契約工期内であったが、無事に開催出来た。

アリーナ建築における施工の合理化

佐藤工業株式会社
札幌支店 辻 和快

要 旨

本工事は、「北海道有数の一大温泉郷」湯の川温泉街を擁する函館・湯の川地区に立地しています。函館アリーナは、1階にバスケットコート3面、2・3階上部を吹抜けに固定観客席2,120席、収容人員5,000人のメインアリーナと、1階に武道館（固定観客席60人、収容人員936人）、2階にバスケットコート1面があり、3階部分が吹抜けのサブアリーナ（固定観客席208人、収容人員1,044人）、それぞれのアリーナをつなぐホールからなり、トレーニングルーム・スタジオ・多目的会議室などがある大規模スポーツ・コンベンション施設となります。

本報文では、函館アリーナ新築工事で採用されたVE事例及び、厳しい工期を無事に竣工するに至った仮設計画について報告します。

工事概要

工事名称：函館アリーナ新築主体その他工事

発注者：函館市

設計・監理：大建設計・ティーアンドパルス

函館アリーナ新築実施設計・

工事監理業務委託共同企業体

施工者：佐藤工業・小泉建設共同企業体

工期：平成25年9月27日～平成27年7月31日

敷地面積：23,665.35m²

建築面積：10,058.41m²

延床面積：15,693.70m²

構造規模：RC造（一部S造） 地上 3階

用途：多目的アリーナ施設

全体請負金額：4,617,900,000円

所在地：北海道函館市湯川町1丁目32-6

1. はじめに

建物は、函館市の徽章となっている巴の曲線をイメージした大小2つの楕円形アリーナで構成されており、メインアリーナの屋根形状はカテナリー曲線の回転体で構成されています。（写真-1）

建物形状が難解なため意匠・構造の各種納まりの検討、各工種の施工計画、仮設計画を着工当初から綿密に行う必要がありました。また、工期も非常に厳しい条件でした。

施工協力会社への発注まで厳しい日程でしたが品質改善、工期短縮に繋がる様々なVE提案を発注者及び、設計者に行いました。

本報文では、協議を重ねて採用された事例から庇軒天、連窓サッシ、鋼製床の施工のVE事例と、厳しい工期を無事に竣工する決め手となったメインアリーナ（写真-2）で採用した吊足場工法について報告します。



写真-1 外観



写真-2 メインアリーナ

2. アリーナ庇軒天のディテール変更

2.1 原設計とディテール変更

原設計はカラーガルバリウム角波鋼板0.8mmにウレタン裏打ち25mmで、庇屋根も断熱防水されており庇軒天内は内部仕様でした。(図-1)

今回、VE提案としてカラーガルバリウム角波鋼板0.5mmでウレタン裏打ちを無くし、庇屋根の断熱も無くす事で庇軒天内を外部仕様とする提案をしました。外部仕様に変更した事、楕円形で先端と根元で周長が違う事について納まりの検討を行い、見本を作成して設計者に確認、協議を重ねて承認を得ました。

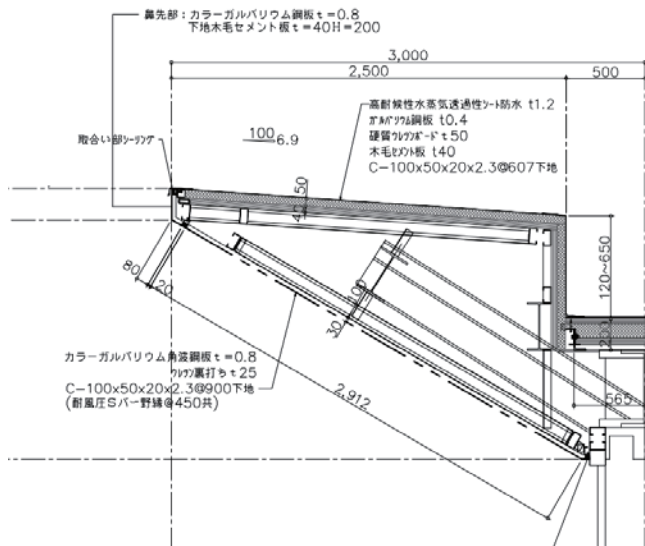


図-1 庇軒天納まり (原設計)

2.2 検討事項

2.2.1 鋼板の形状・割付

設計段階では鋼板の意匠形状が決定しておらず、300*600程度の箱折、300*600程度の平葺、スパンド横葺等の提案を受けましたが、何れも曲率の違う楕円形軒天では同一加工品での対応が出来ないため価格がアップします。

そこで100mm幅のスパンドで目地幅30mm迄対応出来るよう目地差込み部断面を決めて、折曲加工により全数同一断面で製作し、目地調整で貼り付けることにしました。

2.2.2 鋼板仕上げ

本建物の敷地は海に近い位置に立地しており、外装材は防錆性能が高い物を求められていました。

そこで原設計はポリエステル樹脂塗装された鋼板でしたが、アクリル・ポリエステル樹脂塗装された耐汚染性に優れた塗膜に変更提案(図-2)を行い、鋼板厚さは形状変更により風圧力に十分対応出来ることから0.8mmを0.5mmに変更しました。

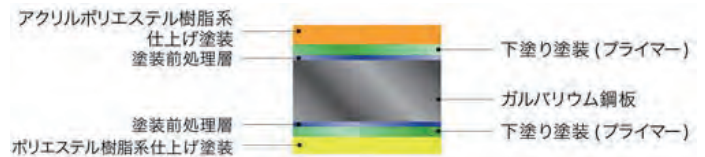


図-2 カラーガルバリウム鋼板断面構成

2.2.3 鋼板下地

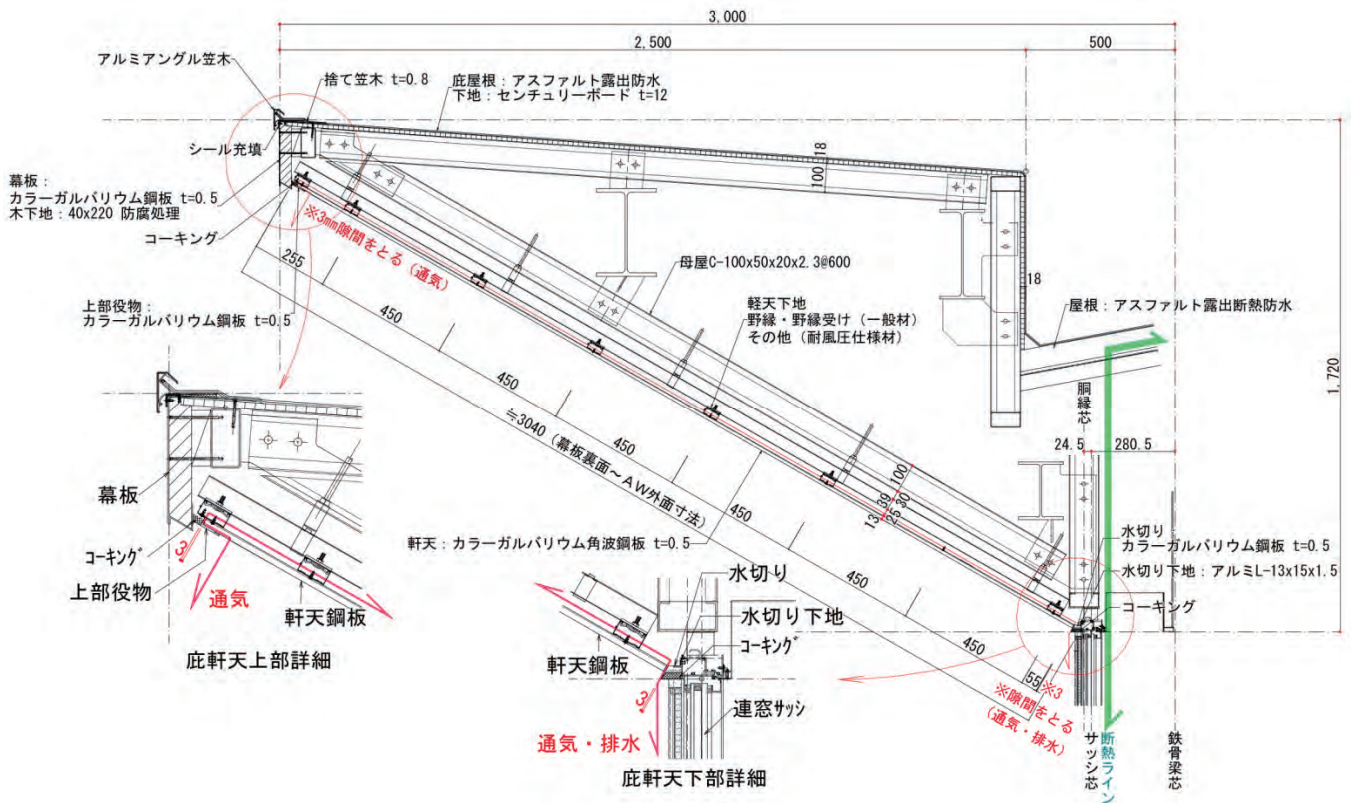
鋼板下地は原設計で耐風圧仕様のLGS材でした。特記仕様に耐風圧がメインアリーナで1.99kN/m²、サブアリーナで2.06kN/m²の記載があったため、LGS下地の耐風圧計算をメーカーに依頼しました。

計算した結果、野縁と野縁受けが一般材25形でクリップとハンガーを耐風圧仕様とすることで条件を満たす回答だったため、設計監理者に計算書を提出して、野縁と野縁受けを一般材25形に変更しました。

2.2.4 断熱・通気・排水

庇軒天内を外部仕様に変更提案(図-3)しました。これにより外部仕様とするために室内と庇軒天の境目を断熱処理した上で、庇屋根防水下の断熱材と、鋼板裏打ちのウレタンを取止めとしました。断熱ラインを貫通する庇屋根を支持するCG鉄骨梁は外壁より900mmまで発泡ウレタンを吹付けすることでヒートブリッジ対策としました。

軒天鋼板と底下先端の役物、及び軒天鋼板と庇下根元の水切りとの間に3mmの隙間を設けました。この上下の隙間から外気を流入させることで、軒天内の通気を確保した納まりにしました。

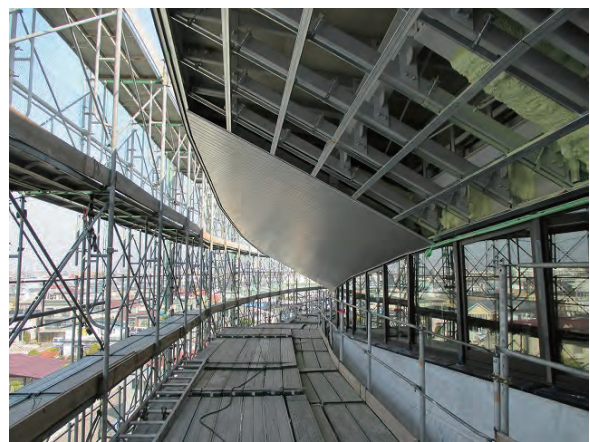


図一三 庇軒天納まり (変更後)

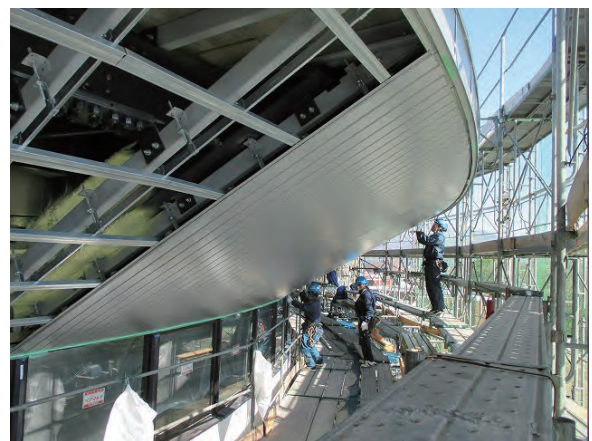
さらに、この隙間は軒天内に強風時に雨水が流入したり、万一結露が生じた場合の排水経路にもなります。流れた雨水・結露水が、サッシに直接掛からないようにサッシ上に水切りを設けた納まりにしました。(写真一3, 4)

2.3 施工結果

検討事項を確実にを行うため、通気層が確保されているかのチェックを行いながら施工しました。また、事前に割付け検討を行った事により特殊な形状でしたが問題なく施工する事ができ、完成時の検査でも発注者、設計者から高評価を得ました。



写真一三 メインアリーナ庇軒天施工状況



写真一四 サブアリーナ庇軒天施工状況

5. メインアリーナ天井仕上用吊足場

クイックデッキ工法の採用

5.1 メインアリーナ天井仮設計画

メインアリーナは各種スポーツ大会の他にコンサートも催されます。音響性能に優れた建物にするために天井仕上げはLGS下地の上、グラスウールボード貼り仕上げとなっており、施工面積は約4,700m²あります。その他に鉄骨表し面の塗装仕上げ、電気・機械設備の配管・配線及び各種器具取付け作業等があります。

屋根デッキコンクリート打設後の天井仕上げ工事工程は観覧席、アリーナの床仕上げ工程を考慮すると2ヶ月しかありませんでした。

仕上げを行うための仮設計画は当初、観覧席となる範囲は棚足場、アリーナ部分は高所作業車を使用して仕上げ作業を行う計画でした。

屋根鉄骨は張弦梁構造で上弦材と下弦材が束材を介して接続されており、上下部材の高低差は最大で5.45mあります。天井仕上げは上弦材鉄骨の下フランジを見せて、鉄骨間を上げるため下弦材を越えた高さ（1FL+15.7m）に作業床が必要でした。

このため当初計画の場合、下記の問題がありました。

- ① 観覧席に棚足場を組み立てると天井仕上げ、足場解体が完了するまで観覧席の仕上げ工事に着手出来ない。
- ② レベルの違う下弦材・束材をかわして棚足場を組み立てる必要があるため割付けが難しい。
- ③ 約1,500m²ある棚足場の材料を搬出入するだけでも、かなりの時間が必要となる。
- ④ 高所作業車10m以上の技能講習有資格者の確保が難しい。
- ⑤ 下弦材は5.0m*5.15mスパンとなっており、高所作業車の場合、下弦材を通過して仕上げ作業を行う必要があり、下弦材・束材と接触しないための高い操作技量が求められる。
- ⑥ アリーナ約2,800m²の範囲を上記⑤の操作を繰り返しての作業となるため、非常に作業効

率が悪く、作業員の操作技量が想定出来ないため工程が確定出来ない。

- ⑦ 高所作業車上は揺れて不安定な作業床で上を向いての作業となるため安全とは言えない。また品質低下も考えられる。

5.2 クイックデッキ工法の採用

当初の計画では品質・安全の低下、工程遅延の恐れがあると判断しました。

そこで天井仕上げのために今回採用したのが、吊足場「クイックデッキ工法」です。

吊足場の採用で足場は壁を仕上げるために必要な外周のみとなり、吊足場の組立・盛替・解体作業中を除き、天井・壁・床仕上げの同時施工が可能となります。

またクイックデッキは隙間の無い作業床（図-10）となり、端部の手摺・巾木材も既製品であるため、品質・安全の向上が期待出来ます。

今回は天井を6工区（図-9）に分け、1工区を15日間で吊足場組立（盛替）から天井仕上げまでを完了させる作業を繰り返して90日間で完了させる計画としましたが、組立方法の課題を検討して組立手順を確立してからの着工となりました。

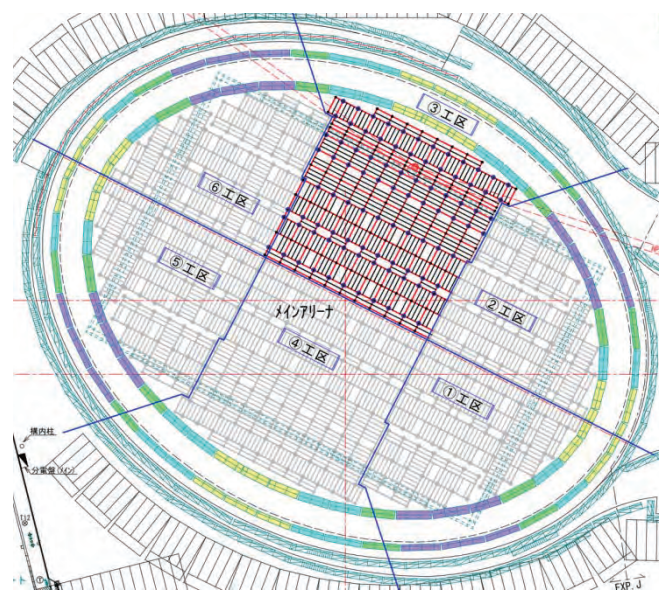


図-9 天井工区分け

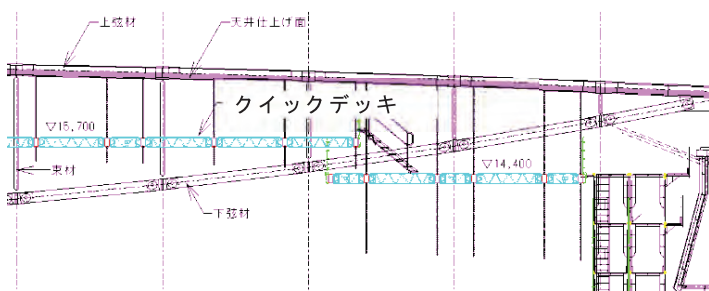


図-10 組立計画図（断面）

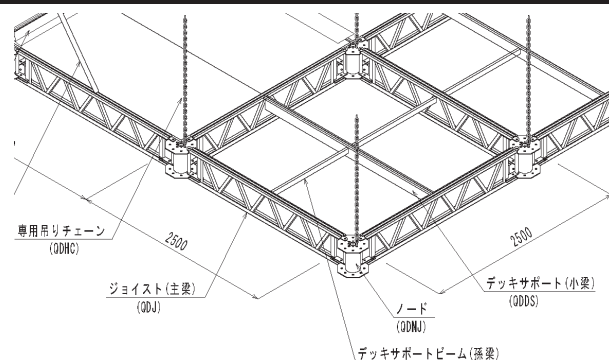


図-11 クイックデッキの概要図（カタログ抜粋）

5.3 採用に至る迄の検討事項

5.3.1 経験者

クイックデッキ工法は北海道で二例目、アリーナ建築としては国内初の採用でした。

この工法は従来の吊足場に比べて組立方法が簡単で安全な事がメーカーが推奨する理由の1つであり40m²/人・日の施工が可能と言われていました。

しかし、組立経験者がいないため、足場施工会社も最初は不安視していました。そこでメーカーによる組立講習会（写真-6）を開催して、工場内で組立指導を受けながら、実際にクイックデッキの組立を行いました。これにより足場施工会社も組立可能と判断してくれました。



写真-6 組立講習会



図-12 連結しての組立のイメージ図

しかし、今回は下弦材を吊る東材が障害となり、連結しての組立が不可能でした。このため組立速度が落ちる事になりましたが、事前の計画で東材を囲うような割付け、組立順序を決めました。

また、東材の廻りは既製の床パネルを使用出来ないため足場板とコンパネで作業床（写真-7）を塞ぎました。

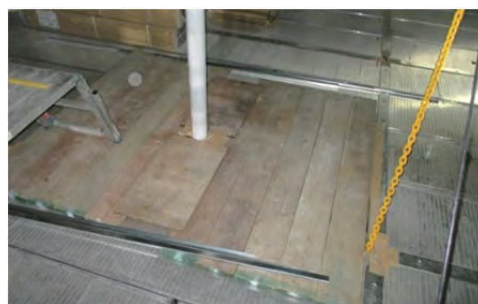


写真-7 東材取合い床塞ぎ

5.3.2 組立手順・隙間処理

クイックデッキ工法（図-11）は2.5m * 2.5mを1スパンとして、これを連結して作業床を形成します。吊チェーン、骨組みの部材が従来の吊足場に比べると強度が高いため、2スパン（5m）まで跳ね出すことが可能です。

そのため解体時も吊位置のダメ廻りを作業床がある状態で施工が可能です。この強度を活かし、骨組みを連結させることで最大で10スパンをまとめた組立でも可能です。（図-12）

5.4 施工結果

今回、吊足場を採用した事で天井・壁・床仕上げの同時施工が可能となり、メインアリーナ内の仕上げ工事を工程通りに完了させる事が出来ました。（写真-8, 9）

しかし、組立・盛替え作業の歩掛りは最終6工区で18m²/人・日で、計画時に設定した25m²/人・日を下回りました。変わりに仕上げ工事の施工性が向上したため、全体として予定通りに完了しました。



写真-8 クイックデッキ上部

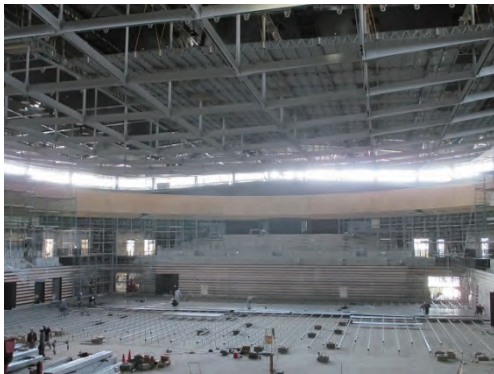


写真-9 クイックデッキ下部

工期が厳しく計画・検討期間が短時間であっても品質・安全が向上して原価低減に繋がる提案は妥協する事無く挑む姿勢が重要だと思います。

本報文が今後の物件において計画・検討段階でのV E提案、及びアリーナ建築での仮設計画の参考になれば幸いです。



写真-10 サブアリーナ

6. まとめ

今回はアリーナ建築におけるV E事例と仮設計画について紹介しました。紹介した事例以外にも様々なV E提案をしてきましたが、アリーナ建築特有の事例を今回は紹介しました。

紹介したV E事例のコスト比較は合計で対実施予算低減率は11.2%（表-1）となりました。

仮設計画では計画していた歩掛りには到達できませんでしたが、仕上げ工事全体の施工性が向上したため予定通りに完了しました。



写真-11 外観

表 - 1 項目別の実施予算低減率

	庇軒天	アルミサッシ	鋼製床	仕上用足場	合計 (金額比)
対実施予算 低減	38.0%	-3.8%	38.6%	-137.5%	11.2%

積極的にコミュニケーションを図り着工当初は品質、意匠の向上に関する提案を前面に出した事により、施主・設計者の信頼を得ることができたと思います。その結果、その後のV E提案に対してはスムーズに進めることが出来ました。

6. 耐震改修工事における床下面の増厚施工の合理化

社名：(株)浅沼組

氏名：野村 浩平

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	26－西長堀市街住宅耐震改修その他工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積：16, 222㎡、地下1階、地上11階、塔屋2階
(3) 用途	共同住宅、一部店舗・事務所
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	大阪府大阪市
(6) 施工期間	2014年8月 ～ 2016年1月
(7) 工事費	590(百万円)
(8) 設計者	(株)URサポート
2. 改善概要	
(1) 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"> 床スラブ下面の増厚は全国的に施工実績がほぼ無かった。 床スラブ下面と取り合う増設壁もあり、施工手順が多く、工程が懸念された。 既存床スラブとの一体性の確保や無収縮モルタル部へのひび割れ発生、居ながらの工事に伴う仮設費用の増加等が懸念された。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> 既存床スラブとの一体性を確保しつつ、その他に考えられる懸念事項を払拭し、居住者に対して安全に工事を終えることを目的とした。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> 使用実績がある無収縮高流動コンクリートを採用し、打込み要領や打込み開口等を詳細に検討し、施工手順と打込み回数を削減した。 施工手順の詳細な検討や仮防水の施工、特殊なスラブ受け金物を考案し、居ながらの施工に配慮した。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> 無収縮高流動コンクリートの採用により、狭隘部への充填と、既存床スラブとの一体性を確保でき、供用後のひび割れも生じていない。
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> 打込み回数の削減等により、60%程度のコストダウンとなった。
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> 増設壁の施工手順を削減でき、大幅な工程短縮に繋がった。
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> 広くて安心な居住者用通路を確保でき、安全に居ながらの工事を完成できた。
・E(環境)	—
・その他の効果	—

耐震改修工事における床下面の増厚施工の合理化

(株)浅沼組 大阪本店

野村 浩平

概要：既存床スラブ下面の増厚施工は、施主も含めて全国的に施工実績がほぼなく、詳細な施工計画や方法の検討を行う必要があった。本工事においては、施工の合理化と品質確保を目的として、無収縮高流動コンクリートを採用し、既存床スラブの上面に削孔したコア孔を使用して流し込むことにより、既存床スラブ下面に密実に充填することとした。

本報では、既存床スラブ下面の増厚施工に関する施工計画から合理化までの内容について述べる。

1. はじめに

耐震改修工事における既存床スラブ下面の増厚施工においては、既存床スラブとの一体性の確保が重要であり、そのためには、下面に充填する後打ちの材料を、既存床スラブ下面と密着させることが必要となる。このような施工の場合、一般には、無収縮モルタルなどが採用されることになるが、既存床スラブ下面との密着性の確保や、供用後の収縮ひずみによるひび割れまたは浮きが生じる危険性がある。また接着性、乾燥収縮に優れるポリマーセメントモルタルは、一部の補修材料を除いて耐火性の確保が困難となる。

そこで、耐震改修工事に 1,500m³ 以上の使用実績がある無収縮高流動コンクリートを採用し、既存床スラブ下面の増厚施工に加え、一般の増厚壁施工にも適用した。

本報では、施工実績の少ない既存床スラブ下面の増厚施工に関する施工計画から合理化までの内容を詳細に示す。

2. 工事概要

竣工当時は最先端の設備（バスルーム、水洗洋風トイレ、造り付け家具等）を備え、その巨大な外観から「マンモスアパート」の愛称で呼ばれた築 60 年程度の鉄筋コンクリート造集合住宅における居ながらの耐震改修工事である。

本工事は外部からの鉄骨フレームを外付けするような改修方法ではなく、主として耐震壁の増設や既存床スラブ下面の増厚などによって、構造体の耐震性能を高めることに基づき設計されている。

工事名称：26・西長堀市街住宅耐震改修

その他工事

建物用途：RC 造 11 階建共同住宅、

一部店舗・事務所

主な耐震改修工事：

- ・ 地中梁の増厚補強
- ・ 既存柱の増厚補強
- ・ 既存柱の鋼板巻きたて補強
- ・ 耐震壁の新設
- ・ 既存間仕切り壁と梁側面の増厚補強
- ・ 既存床スラブ下面の増厚補強

3. 施工上の懸念事項

居ながらの耐震改修工事における既存床スラブ下面への増厚施工にあたり、主として以下に示す要求事項（懸案事項や問題点）が考えられた。

- 1) 充填材料と既存床スラブとの一体性を確保するために、隅々まで密実に充填されることに加えて、既存床スラブ下面との密着性の確保が重要である。
- 2) 供用後のひび割れや浮き発生の防止のため、

充填材の無収縮性が要求される。

- 3) 下面（下階の型枠面）からの施工の場合は、充填材を圧入施工することとなり、150mmの増厚に耐えうる型枠の施工が困難となる。
- 4) 上面からの施工の場合は、既存スラブにある程度の大きさの打込み開口が必要となり、既設の打込み配線や配管の精密な探査が必要となる。
- 5) 居ながらの施工であることから、床（屋上）スラブ面からの漏水対策が必要となる。
- 6) 廊下など共用部の天井スラブ下面の増厚施工中における、居住者への安全な通路確保への配慮が必要となる。

以上のことを踏まえ、充填材の検討や改善、及び安全通路確保のための改善を実施した。

4. 改善策の立案

前述の懸案事項の内、1) 2) 5) 6) の改善策について報告する。

既存床スラブとの一体性の確保や供用後のひび割れなどの不具合発生の懸念に対しては、充填材を高品質な材料、つまり無収縮モルタルなどよりもさらに収縮率が小さくなる無収縮高流動コンクリートへの変更、改善を検討した。

また、漏水懸念に対しては、屋上スラブ下面の増厚施工中に、防水層復旧までの間の防水対策を施すよう詳細に検討した。

さらに、居住者への安全な通路確保については、施工条件に合う支持ブラケット金物を製作して対応するよう検討した。

5. 改善対策と改善後の施工計画

5.1 無収縮高流動コンクリートの採用

既存床スラブ下面への充填は、下面からの圧入施工か、既存床スラブ上面に削孔したコア孔からの流し込み施工のいずれかが考えられた。また、充填する材料には、十分なワーカビリティと既存床スラブとの一体性が要求されていた。

そこで、これまでに1,500m³程度の施工実績があり、高い流動性と初期膨張による既存床スラブ下面への密着性を付与させた無収縮高流動コンクリートを採用することとした。

この無収縮高流動コンクリート（以下「スーパーフィルクリート」と記す）は、粉体系の膨張材を生コン工場で混入したスランプ21cm程度のレディーミクストコンクリートに、ごく少量のアルミニウム粉末、収縮低減剤、増粘剤、高性能AE減水剤、及び空気量調整剤を混和材料とし、これらの材料を受入れ検査の後にアジテータ車に添加して製造されるものである。スーパーフィルクリートは、スランプフロー60cm程度の高いワーカビリティと適度なコンシステンシーを併せ持ち、フレッシュ時には、アルミニウム粉末による膨張性能（高さ方向に1.0%~1.5%程度）と、硬化後には膨張材と収縮低減剤の併用による収縮ひずみの低減（材齢26週での乾燥収縮ひずみは 5×10^{-4} 以下）性能を付与している。

これらの性能により、既存床スラブ下面との逆打ち部との一体性の確保や、供用後のひび割れ発生の抑制が期待され、これまで実現されている。

スーパーフィルクリートの構成と各材料の性能を図-1に示す。

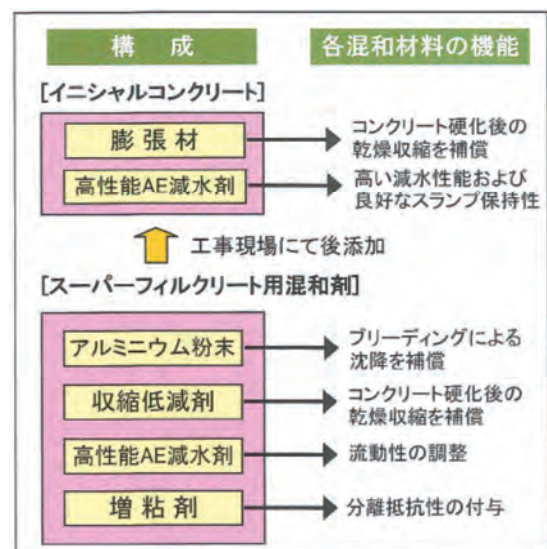


図-1 スーパーフィルクリートの構成

なお、本工事においては、工事概要で記載した主な耐震改修工事の全てにスーパーフィルクリートを採用した。

5.2 既存床スラブの下面増厚工事の概要

既存床スラブ下面の増厚施工箇所は、一部の居室内、共用廊下、バルコニー、屋上などの床スラブであった。図-2に打込み箇所を示す。

既存床スラブ下面の増厚施工箇所に該当する居室の居住者には、発注者からの要請により事前に引越していただいたので、施工時には空室となっていた。しかし共用廊下部の施工は、施工階の居住者が行き来するので、通行に対する配慮が必要であった。

施工方法や打込み方法は、図-3の断面のように築60年近い既存のスラブ形状に合わせた下面増厚補強であり、コンクリート打込み以外は、全て上向き作業であった。

打込みについては、図-4に示すように補強する既存床スラブにコンクリート流し込み用のコア孔をあけ、上階既存スラブ上面から流し込んで充填する方法を採用した。

上階からスーパーフィルクリートを充填するためのコア孔は、図-5に示すように概ね900mmピッチとし、補助的に中間部に空気抜き孔（確認孔）を設ける計画とした。

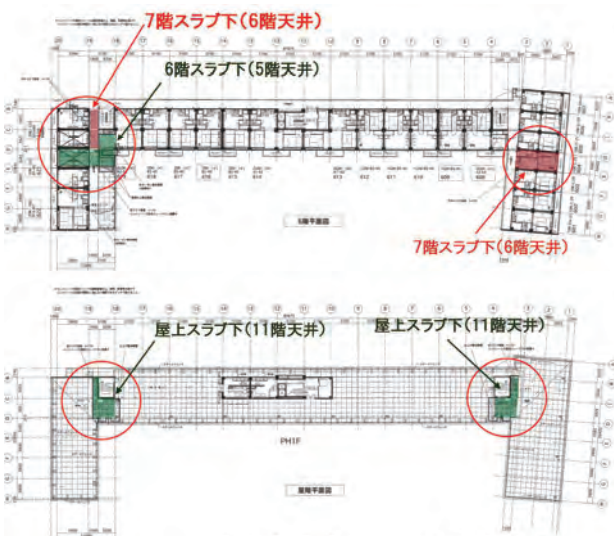


図-2 既存床スラブ下面増厚の実施箇所

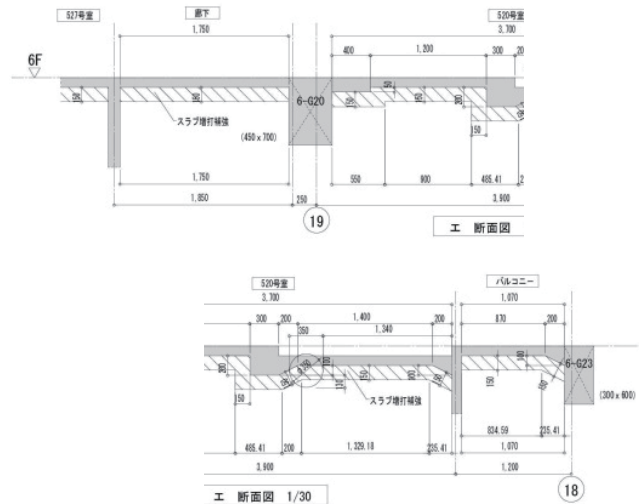


図-3 既存床スラブ下補強部分の断面の一例

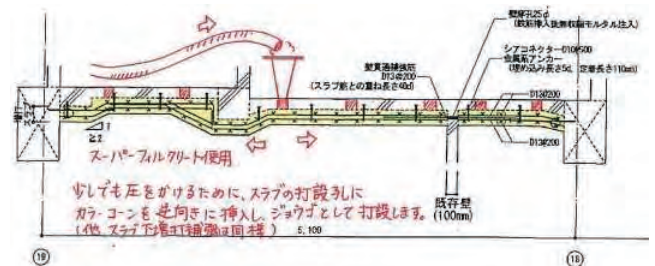


図-4 コンクリート打込み方法

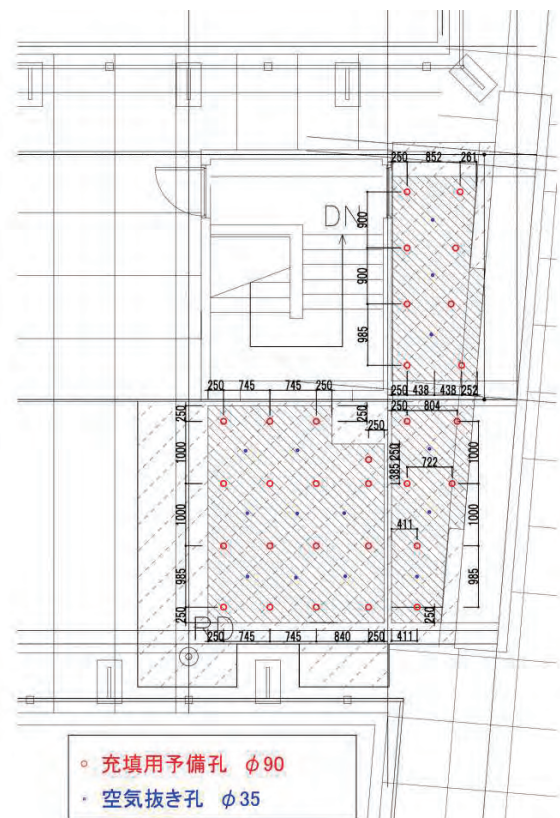


図-5 コンクリート打設孔割付の一例

5.3 既存床スラブ下面における鉄筋工事

本工事において施工した既存床スラブへの下面増厚は、上階からのコンクリート打込み以外は全てが上向き作業であるため、配筋施工、型枠施工などには困難を来した。

配筋施工においては、あらかじめ既存床スラブ下面に、D10の差し筋アンカーを1mピッチで打ち、それを曲げて鉄筋を預けるようにした。そして2人1組となって、1本ずつ持ち上げて支えながら配筋、結束するという手間を要した。

その配筋施工状況を写真-1に示す。



写真-1 配筋施工状況

5.4 屋上スラブ下の増厚補強計画

屋上スラブの下面増厚においては、コンクリート流し込み用のコア孔や充填確認のためのコアを削孔する必要があるため、施工中の雨（漏水）対策や施工後の防水対策が必要であった。

施工階（最上階：11階）の居室は空室ではあったが、その直下階（10階）には居住者がいるため、コア削孔、コンクリート打込み、及び防水復旧までの期間は、図-6のような防水処置を行い、漏水などの不具合が発生しないように計画した。

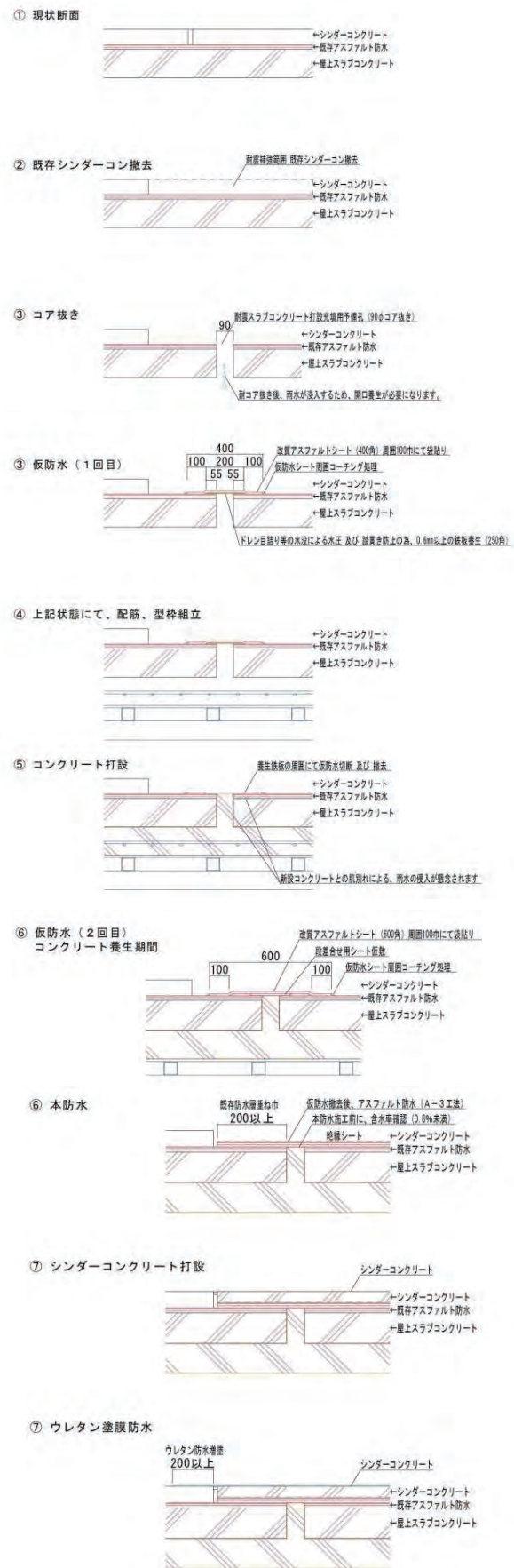


図-6 屋上スラブ下面補強時の防水方法

5.5 共用廊下部の既存床スラブ増厚補強

共用廊下の既存床スラブ下の型枠支保工は、居住者の安全な通路確保のために、パイプサポート設置とせず、特殊な支持ブラケット金物を製作し、それに鋼管と型枠パネルを載せ掛ける計画としていた。しかし、ブラケットを取り付ける既存壁には、写真-2に示すように既存の配線・配管が露出しており、均等なピッチでブラケットを取り付けられなかった。

そこで、C形鋼-200×100の一部を、既存の配管類をまたぐように現場で実測して切り欠き、さらにアングルを跳ね出し溶接したものを複数製作した。

図-7にブラケットの詳細を、写真-3に特殊なブラケットの取付け状況を示す。



写真-2 共用廊下の壁面の既存配管類

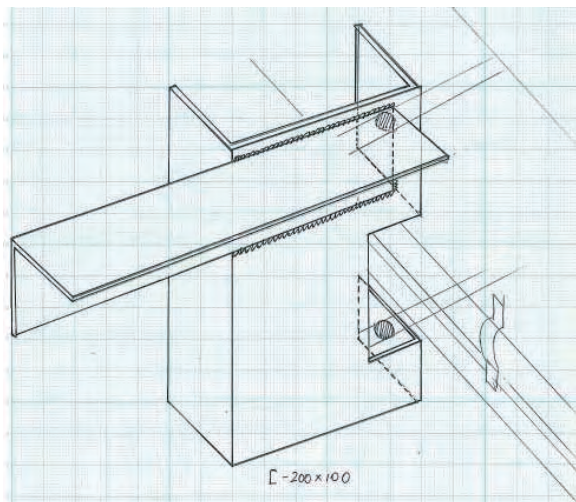


図-7 特殊なブラケットの形状



写真-3 共用廊下部の型枠施工状況

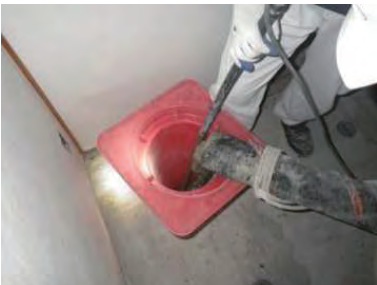
また、特殊なブラケット金物を使用しての型枠施工は、既存スラブ形状に隅々まで隙間なく組み立てる必要があるため、現場実測により型枠を作製し、釘を使用せず下階から鋼管と型枠パネルをパズルのように組み合わせて井桁状に組んだ鋼管上に乗せ掛けて組み立て、上面からゆっくりと流動しながら充填されるスーパーフィルクリートの荷重を受けて型枠が安定するように工夫して施工した。

5.6 既存床スラブ下面へのコンクリート充填

既存床スラブの下面増厚には、無収縮モルタルなどではなく、前述のスーパーフィルクリートを採用し、**図-4**、**写真-4**に示すように既存床スラブ上面からの流し込み施工を行った。



室内床スラブへの流し込みのためのコア削孔状況



カラーコーンを利用した流し込み施工状況



屋上からの床スラブ下面への流し込み状況

写真-4 既存床スラブ下面への充填状況

充填状況の確認については、確認孔からの空気抜きや、確認孔までコンクリートが吹き上げて充填されていること、さらにスーパーフィルクリートに含まれるアルミニウム粉末による発泡により、密実に充填されていると判断した。

既存スラブ上面のコア孔からのコンクリート充填確認状況を**写真-5**に示す。



コア孔からのコンクリート充填状況の確認

写真-5 既存スラブ上面から見た充填状況

また、コンクリートの吹き上げによる充填確認に加え、脱型後に打音などにより空隙、未充填部がないか確認した。

これにより、施工性向上や品質向上に繋がった。当工事では他の耐震改修部位にもスーパーフィルクリートを使用していたことから、無収縮モルタルからの材料変更などによるコストメリットが得られた。

既存床スラブ下面増厚補強部の型枠脱型後状況を**写真-6**に示す。



写真一六 スラブ下面のコンクリート出来形

6. 改善による効果と検証

本工事において無収縮モルタルをスーパーフィルクリート（無収縮高流動コンクリート）に変更したことによるメリットや懸案事項について検証し、改善効果を評価する。

6.1 改善によるメリット

- (1) 100mm～150mm の厚さの壁でも、打込み欠陥を生じることなく隅々まで壁の片側から充填できた。
- (2) 既存柱の鋼板巻き立て補強において、鋼板と既存柱の 40mm の隙間にも、粗骨材の最大寸法を 15mm とすることによって充填可能であった。
- (3) スラブ下面を 150mm 増打ちする補強に対して、既存床スラブに開けた概ね 900mm ピッチのコア孔の 1 つから流し込み、その他のコア孔から流動性を確認しながらスラブ下面全体に密実に充填できた。

- (4) スラブ下型枠支保工について、既存壁からの特殊ブラケット金物を製作、設置することで、施工中の居住者の通路が確保できた。
- (5) 現場添加によりコンクリートを高流動化するため、作業所の気温、打込み部位の状況、及び施工状況に応じてフレッシュコンクリートの性状を調整することができた。
- (6) スランプフロー60cm 程度の高流動コンクリートであるため、狭隘部にも充填できた。
- (7) 増設壁では、既存躯体の逆打継ぎ部との密着性に配慮し、壁の下部を打込み、硬化した後に壁の上部 200mm を無収縮モルタルで圧入充填する工法が一般的である。しかし、スーパーフィルクリートは膨張性能を有しているため、流し込みによって 1 日で既打継ぎ面まで打込みが可能となり、無収縮モルタルの圧入工法を採用する場合と比較し、工程面でもかなり有利となった。

6.2 改善に伴う懸案事項

以下に、改善に伴う懸案事項を記す。今後、同様な工事計画の際には留意が必要である。

- (1) 現場で高流動化するため、混和剤の投入と受入れ検査に時間がかかる。
- (2) 耐震改修工事であり、コンクリート輸送管の段取り変えに多くの時間が必要となる場合があり、1 日あたり概ね 20m³ 程度が打込み量の限度となる。
- (3) 流動性が極めて良いため、型枠と既存躯体の間隙を、写真一七に示すように発泡ウレタンフォームなどで確実に塞いでおかなければ、ノロが漏れ出す恐れがある。
- (4) 居ながらの耐震改修工事であるため、増厚壁の隣接住戸や、共用廊下のスラブ増厚部の直下には居住者が存在する。安全面、施工面において多大な配慮が必要となる。
- (5) 既存躯体について、埋設配管や配筋状態の詳細な把握が困難な場合が多い。鉄筋や設備配線などを損傷させないように施工するため

には、高性能な探査機が必要となる。



写真－7 型枠の隙間処理状況

7. おわりに

当工事の設計図書では、耐震補強部分について、普通コンクリートを打込んだ後、梁下などの逆打継ぎ部には無収縮グラウトまたは無収縮モルタルでの充填が指定されていた。しかしながら、施工性や品質の改善対策として、フレッシュコンクリートの初期膨張と無収縮性を有する高流動コンクリートを採用した。

これにより、既存床スラブ下面や梁下の逆打継ぎ面となる位置まで一度にコンクリートを打上げることが可能となり、コンクリート圧送費、打込み手間が半減し、逆打継ぎ部への無収縮グラウトなどの充填が不要となった。また、一回の打込みで逆打継ぎ部まで打上げることが可能となり、工期的にも大きなメリットが得られた。

7. 免震装置上部基礎のサイトPCa化による施工改善

社名: (株)熊谷組

氏名: 中村 幹

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称) 柏の葉三番街西棟賃貸住宅計画
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 29,747㎡、地上36階、塔屋2階
(3) 用途	共同住宅
(4) 主要構造	RC造、一部S造
(5) 建設地	千葉県柏市
(6) 施工期間	2015年10月 ~ 2018年1月
(7) 工事費	11,200(百万円)
(8) 設計者	(株)熊谷組一級建築士事務所
2. 改善概要	
(1) 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"> 免震装置周りでの型枠工事における上部アンカープレートに対しての基礎底の型枠の精度確保、適正な支保工のセットが難しく、時間・コストを要する。 上部柱筋の位置決め、固定に鉄筋足場が必要となる。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> 免震上部基礎の品質、精度の向上、工期短縮、仮設の低減を図り、労務の平準化、安全性の向上を図れる。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> 免震層のスラブ上をサイトヤードとして、免震装置上部基礎のPCa化することにより労務の平準化、工期の短縮を図る。 免震装置上部基礎のPCa化することにより、躯体精度の向上、及び安全性の向上を図る。
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> Q(品質) <ul style="list-style-type: none"> 免震上部基礎の精度向上が図れた。 C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> 上部基礎の支保工、免震装置の養生のコストの低減が図れた。 D(工期) <ul style="list-style-type: none"> 免震下部基礎の充填コンクリートの施工と同時に免震装置上部基礎のPCaの製作を行い、工期の短縮が図れた。 S(安全) <ul style="list-style-type: none"> 免震装置上部基礎のPCa化により、作業が平坦なスラブ上で施工でき、安全性の向上が図れた。 E(環境) <ul style="list-style-type: none"> 撤去・処分の必要な資材の低減が図れた。 その他の効果 <ul style="list-style-type: none"> PCa化により、労務の平準化が図れた。

免震装置上部基礎のサイトP C a化による施工改善

(株)熊谷組首都圏支店
中村 幹

1. はじめに

本工事はつくばエクスプレス線の柏の葉キャンパス駅前の開発地区での工事であり、駅前から歩いて3分、ホテルやカフェの連なる非日常空間を抜けた街の中央に計画されたツインタワーである。

駅前から北へ街を貫くグリーンアク시스に対してシンメトリーにそびえるツインタワーの東側が分譲住宅、西側が賃貸住宅となる免震構造、36階建ての共同住宅を新築する工事である(図-1、図-2参照)。



図-1 全体配置図

2. 工事概要

工事名称	(仮称)柏の葉三番街西棟賃貸住宅計画
工事場所	千葉県柏市
設計監理	株式会社熊谷組一級建築士事務所
工期	平成27年10月1日 ~ 平成30年1月31日(28ヶ月)
主要構造	RC造一部S造 2階に免震層
階数	地上36階、塔屋2階
用途	共同住宅(491戸)
敷地面積	6,094.9 m ²
建築面積	1,923.9 m ²
延床面積	29,747.8 m ²



図-2 完成予想パース

3. 問題点とその背景

免震装置の上部基礎周りでの型枠工事において、上部アンカープレートが矩形・円形の形状で、精度を確保した基礎底の型枠取付、適正な支保工の組立が難しく、時間・手間ともに必要となる。

また、構造上重要な免震装置周りの躯体工事を進める上で免震装置の養生が必要となり、昇降設備の足場・ステージも必要となる。

4. 改善の目的

免震装置上部躯体の品質、精度の向上を図るとともに、労務の低減、工期短縮、仮設の低減、安全性の向上を目指した。先行で工事を進めている東棟では、免震装置の上部基礎を在来工法で施工したが、労務、工程ともに厳しい西棟では免震上部基礎のP C a化を図り、P C a化による効果を検証する。

サイトP C a化するにはサイトヤードが必要だが、免震階のスラブ上で免震下部基礎の施工と免震上部基礎P C a製作を併行して作業する計画とした。

5. 改善の概要

5-1 P C a化部位

免震上部躯体のうち、図-3に示すように大梁底より下の部分をP C a化する計画とし、上部アンカープレートとのスタッドとベース筋・梁筋の干渉の無いよう詳細図を作成した。

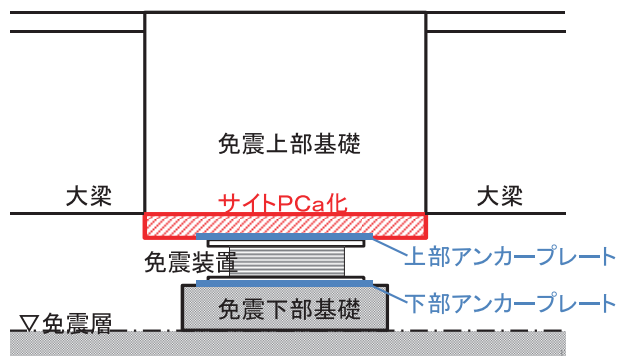


図-3 免震上部基礎P C a化詳細図

5-2 施工フロー（在来工法との比較）

免震装置上部躯体の施工フローを図-4に示す。P C aの製作は免震装置下部基礎の施工と併行して行い、コンクリートの打設回数の低減を図った。

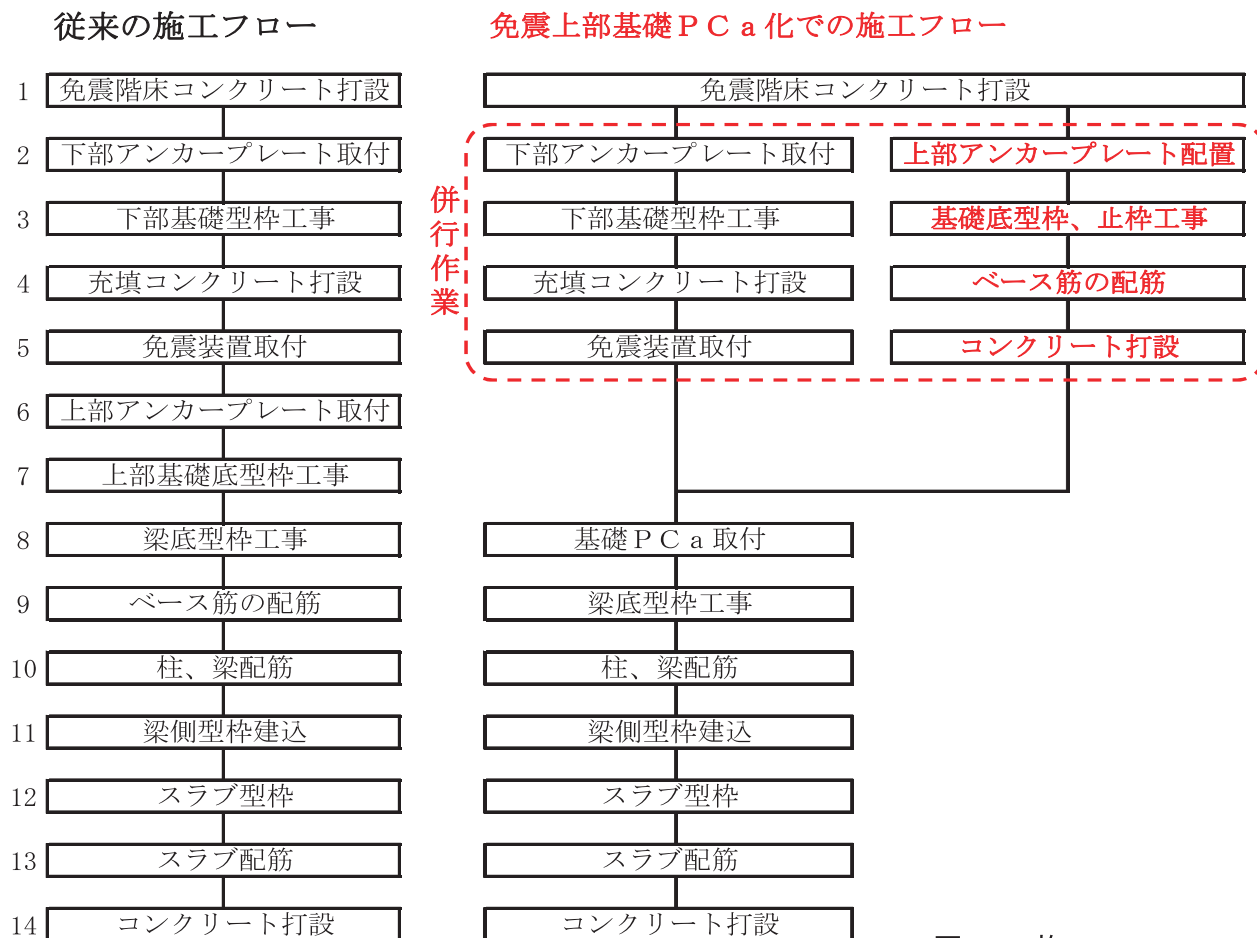


図-4 施工フロー

5-3 免震階でのサイトヤード計画

労務の低減を図るため、免震装置下部基礎と免震装置上部基礎PCa製作において、同一フロアで作業できる免震階をサイトヤードとし、作業動線、資材置き場を考慮しPCaの製作ヤードの配置を計画した。その配置計画図を図-5に、その状況写真を写真-1に示す。

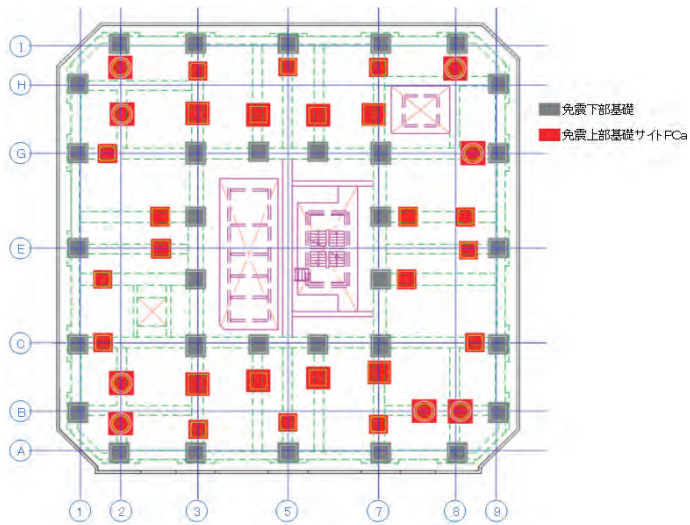


図-5 サイトヤード計画図



写真-1 サイトヤード状況

5-4 施工状況

免震装置上部基礎の施工状況を下記に示します。写真-2、3は在来工法での施工状況を、写真-4～7はPCa化での施工状況を示す。



写真-2 在来工法での施工状況



写真-3 在来工法での施工状況

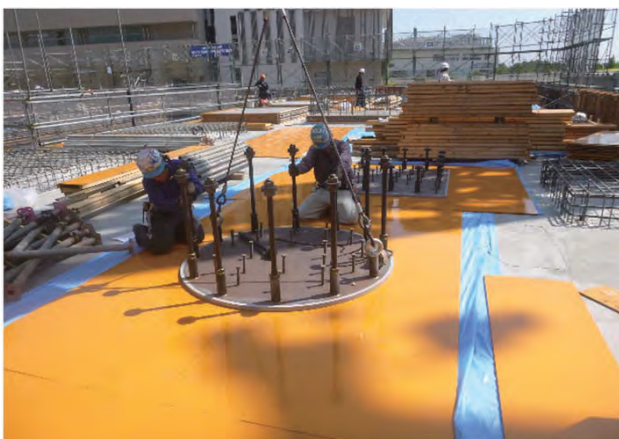


写真-4 上部ベースプレート設置状況



写真-5 免震上部基礎PCa作成状況



写真-6 免震上部基礎PCa取付状況



写真-7 免震上部基礎PCa支保工状況

6. 改善による効果

免震装置上部基礎をサイトPCa化した効果を在来工法と比較したものを表-1に示す。コスト比較は免震装置上部基礎のみの比較を示している。

表-1 比較表

工種	在来工法	サイトPCa化	コスト比較
型枠工事	・ベースプレートに合わせて型枠の施工、かつ、狭隘な箇所での施工となるため手間がかかる。	・免震層のスラブ上にブルーシート、コンパネを敷いてベースプレートをセットするため、施工が容易である。	▲75%
	・支保工の根太パイプ、大引き、サポートが細かく必要となる。またコンクリート打設時、相番が必要となる。	・支保工の根太パイプ、大引きは不要、補助的にサポートを使用するだけである。	
型枠解体	・狭隘な箇所での施工となるため手間がかかる。	敷きベニヤの剥がしだけとなるので、手間はほとんど不要となる。	▲90%
鉄筋工事	・中低所での作業のため、都度昇降しての作業となる。	・スラブ上での作業となるため、作業効率は向上する。	▲30%
コンクリート工事	・中低所での作業のため、都度昇降しての作業となる。	スラブ上での作業となるため、作業が容易で、充填性も向上する。	▲20%

7. まとめ

工程においては、PCa化した製品の強度発現までの養生期間が必要なため、2日程度の短縮だったが、労務の低減、仮設の省略化、安全性の向上に十分に寄与した。

弊社では今までに同様な免震上部基礎のサイトPCa化を行ってきたが、今回のように同一現場で同規模の建物で比較検証でき、労務・工程の歩掛かりの差が詳細に確認できた。

サイトPCa化した部材の重量は免震装置とほぼ同程度であるため、揚重機を大きくする必要もなく、免震層でのサイトPCa化は免震建物すべてにおいて採用可能であり、今後も継続していく予定である。

