

8. モックアップ作成によるアール形状梁の 組立て精度確保

社名：日本国土開発(株)

氏名：中道 幸伯

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)代官山マンション新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積：10,544㎡、地下2階、地上13階
(3) 用途	共同住宅
(4) 主要構造	RC造、一部SRC造
(5) 建設地	東京都渋谷区
(6) 施工期間	2013年10月～2016年3月
(7) 工事費	3,756(百万円)
(8) 設計者	株IAO竹田設計
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"> 外周大梁は外壁に合わせ、複合アール形状の梁となっている。型枠および鉄筋の組立精度、またその管理手法によっては、躯体品質に大きな影響を及ぼす可能性があった。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> アール梁における施工時での問題点を事前に抽出・検討し、モックアップによる施工を行うことにより、組立て精度の確保、工期の遵守、および不測の事態によるコスト増加の防止を図る。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> 複合アールの梁の主筋を多角の曲げ加工とした。 梁主筋の継手を圧接からエンクローズ溶接に変更し、配列の保持および梁側面のかぶり厚を確保した。 CADによる仕口部の配筋納まりを検討し、主筋配列の変更を行った。 上記検討事項について、モックアップを作成し、施工検証した。 実施工では、モックアップで確認した梁主筋の多角折れ点位置の墨を出し、配筋位置管理を行った。
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> モックアップ検証を実施することにより、鉄筋の納まりや加工寸法など、実施工の組立て精度を確保した。 モックアップを作成し、事前に納まりを実証したことで、監理者の信頼を得ることができた。 実施工での失敗のリスクが減り、逸失利益を防止することができた。 モックアップ検証にて、施工手順および管理ポイントを確認したことにより、躯体サイクル工程の確立に役立った。
<ul style="list-style-type: none"> ・Q(品質) ・C(コスト) ・D(工期) ・S(安全) ・E(環境) ・その他の効果 	<ul style="list-style-type: none"> - - - -

モックアップ作成によるアール形状梁の組立て精度確保

日本国土開発(株) 東日本支社
中道 幸伯

1. はじめに

本工事は、アパホーム株式会社発注の新築工事である。この物件は外壁が複合アールで囲われた形状になっており、外周の大梁も複合アールの形状となっている。アール形状梁の施工精度は意匠的にも、構造的にも重要なポイントであった(写真-1、2)(図-1、2)。そのため、本工事に入る前に、実際の配筋納まりを確認するためにモックアップを作成し、検証を行った。

本報告は、モックアップ作成から、複合アール形状梁の鉄筋工事を報告する施工記録である。



写真-1 全景(南西面)



写真-2 全景(東面)

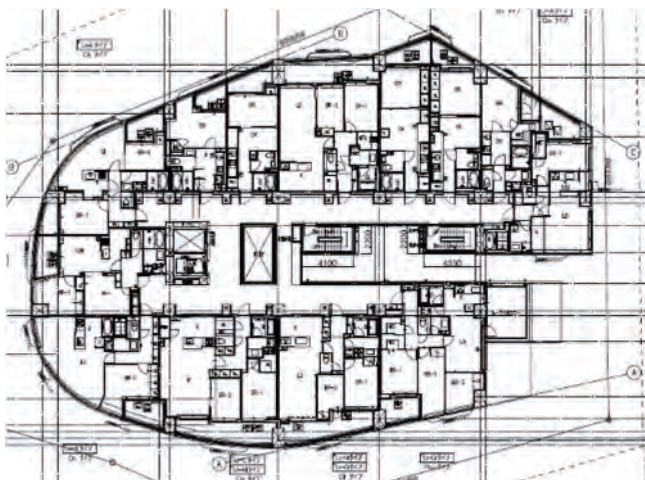


図-1 4階平面図

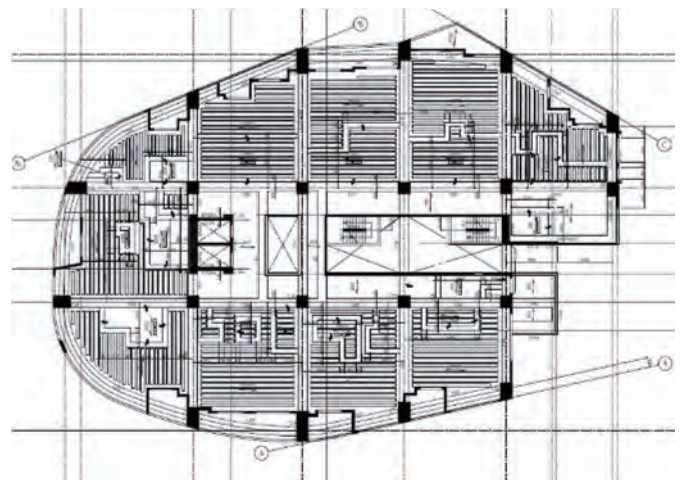


図-2 4階梁伏図

2. 工事概要

・工事名	(仮称)代官山マンション新築工事
・発注者	アパホーム株式会社
・設計監理	株式会社IAO竹田設計
・工期	平成25年10月1日～平成28年3月17日
・請負金額	¥3,756,282,093.-
・工事場所	東京都渋谷区恵比寿西1-36-2
・建物用途	共同住宅(分譲 109戸 1LDK~4LDK 50タイプ)
・建物概要	
建築面積	1,010.29 m ²
延床面積	10,544.15 m ²
構造	RC(一部SRC)造
階数	地上13階、地下2階建て
軒高さ	39.52 m
最高高さ	39.99 m
基礎	アースドリル拡底及びマルチドリルかつ、ハーフケーシング工法 φ1.5-2.2m~φ2.5-3.6m 計24本 独立基礎
屋根仕上	アスファルト外断熱露出防水の上、シンダーコン
外装仕上	34.5角タイル、吹付タイル
内装仕上	天井 PBt=9.5 下地の上ビニルクロス貼、他 壁 PBt=12.5 下地の上ビニルクロス貼、他 床 置き床の上フローリング貼、石貼、長尺塩ビシート貼

3. 改善概要

3-1 問題点・背景

外周大梁は外壁に合わせ、複合アール形状の梁となっている。躯体工事に関して、型枠精度、鉄筋の納まり、またその管理手法によっては、躯体サイクル工程、躯体品質に大きな影響を及ぼす可能性があった。

3-2 改善の目的

アール梁における施工時での問題点を事前に抽出・検討し、モックアップによる施工を行うことにより、組立て精度の確保、工期の遵守、および不測の事態によるコスト増加の防止を図る。

3-3 改善概要

① 梁主筋の加工

梁主筋を形に合わせた複合アール形状とした場合、アールが大き過ぎて、緩やかな曲げ加工が困難となる。そのため、梁主筋を多角の曲げ加工とした。多角の加工の場合、アール形状の型枠に対し、折れ点の外部側、折れ点の中間部の内部側が最小かぶりとなり、かぶり厚の大小が出来るため、かぶり寸法を 50 mm～110 mm として納まるように多角折れ点を検討した（図-3）。

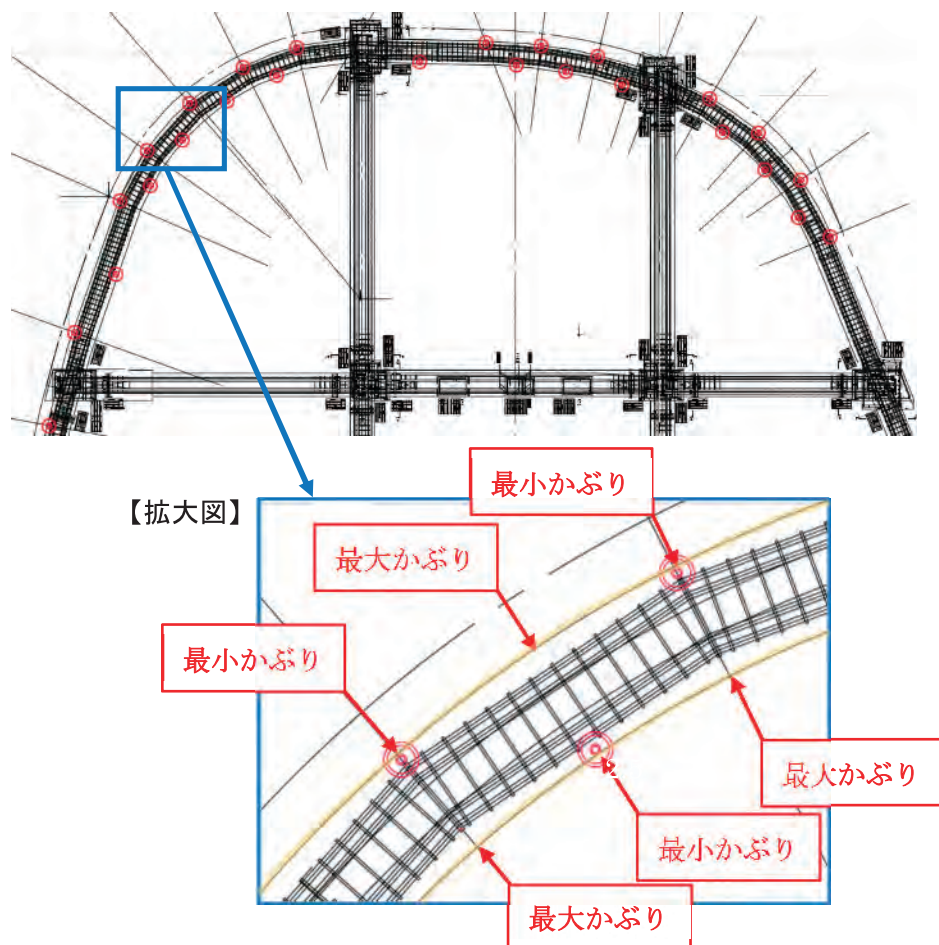


図-3 アール梁配筋図・側面 最小かぶりポイント

② 梁配筋の施工手順

外周のアーチ梁主筋の継手について、圧接継手では40mm程度縮んでしまい、また、隣り合う圧接継手は400mm以上ずらさなければならないため、外周部で一体となった梁側面のかぶり厚の調整が難しくなる。そのため、外周の梁主筋はエンクローズ溶接継手(CB工法)を採用した。

また、内部の直線梁は在来の圧接継手としたため、伸縮が起こり、外周部の柱とアーチ梁のかぶり厚に支障が出てしまう。そこで、**図-4**のように施工範囲を東西2工区に分け、施工順序を北東より反時計回りにして片押しで決めて行く施工順序で行い、配筋配列の保持と梁側面のかぶり厚を確保した。

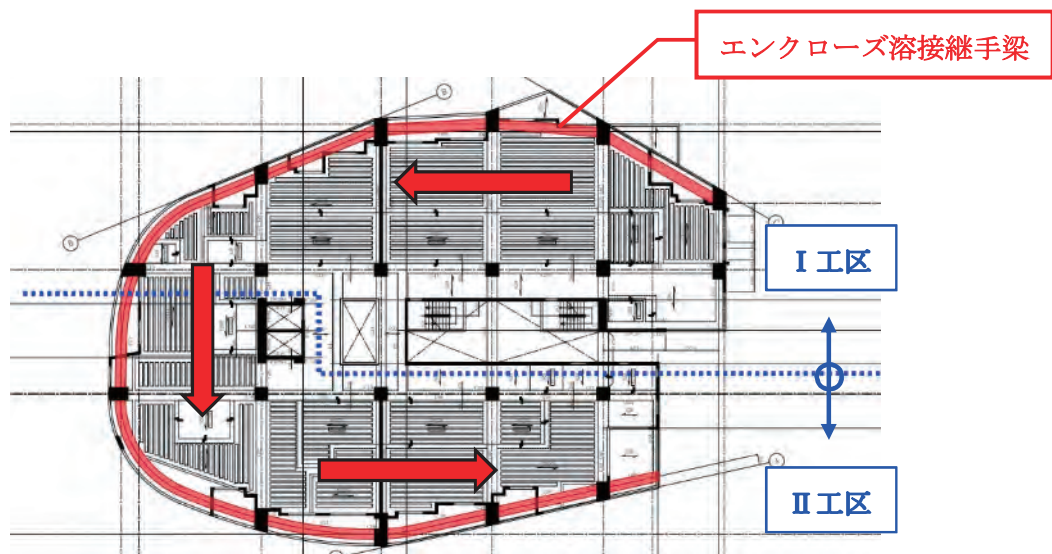


図-4 エンクローズ溶接範囲・施工順序

③ 仕口部配筋納まり

構造図では、柱と梁の取り合う仕口部の納まりが考慮されておらず、梁が柱に対して斜めに取り合うため、柱と梁の断面リスト(**図-5**)通りに配列出来ない箇所が多くあった。そのため、フロー毎にCAD上での仕口部配筋納まり図を作成し検討した。納まらない箇所は、柱と梁の主筋配列を変更提案(**図-6**)し、設計監理者の承諾を受けて鉄筋工事を行った。

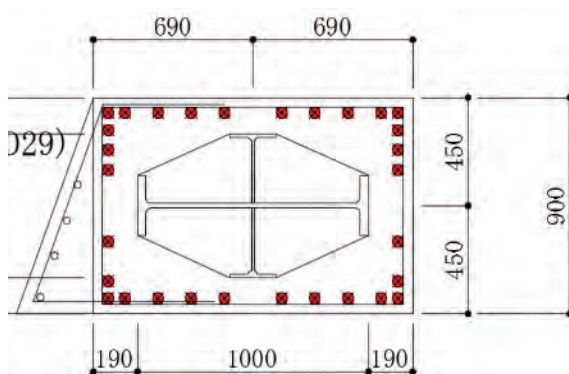


図-5 2C13 構造図断面リスト

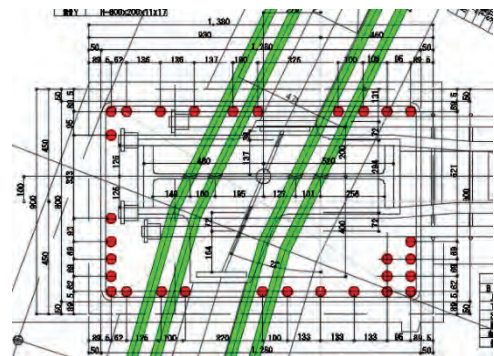


図-6 2C13 主筋配列変更提案

④ モックアップの作成

アール梁配筋納まり図(図-7)を作成し、設計監理者に承認を得た上で、実際に納まり図の通りに配筋が出来るか検証するため、モックアップを作成した。

地下躯体工事時に施工済みの機械式駐車場のスペースを利用し、地上階アール梁(4G50)と、それに取り合う仕口部柱(3C13、3C10)の配筋を行った。まず、型枠大工が機械式駐車場耐圧盤上にアール形状の梁底の型枠を組み立て、仕口部に単管でやぐらを組み、多角の折れ点の墨出をして、配筋を行った(写真-3、4)。

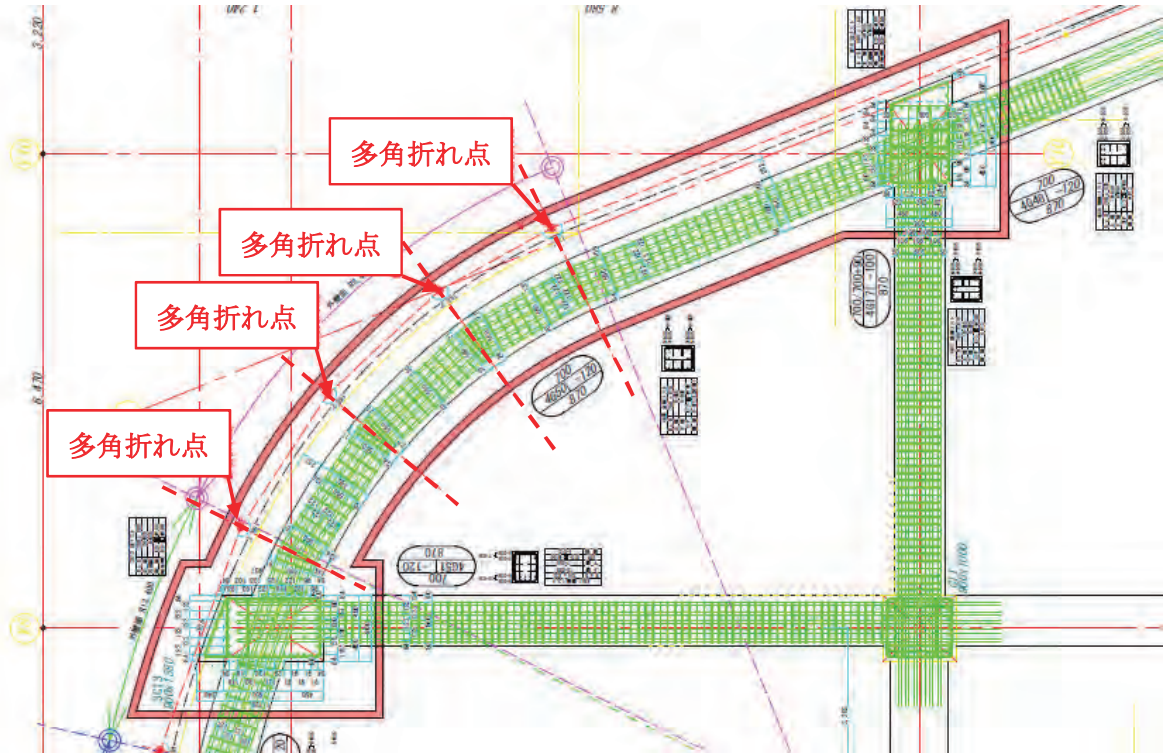


図-7 モックアップ配筋納まり図(4G50)



写真-3 モックアップ作成状況

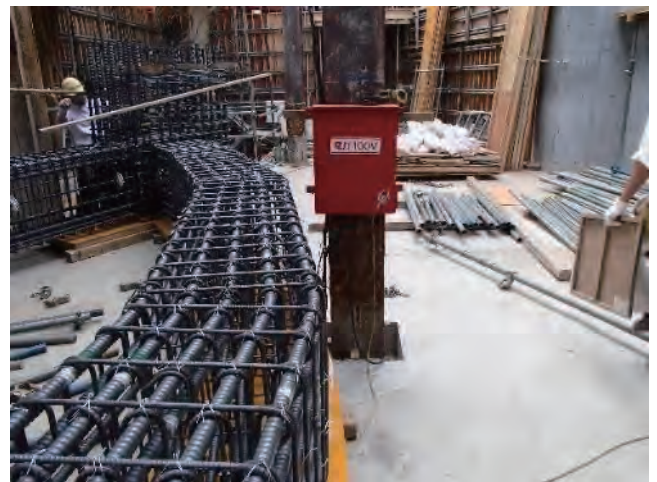
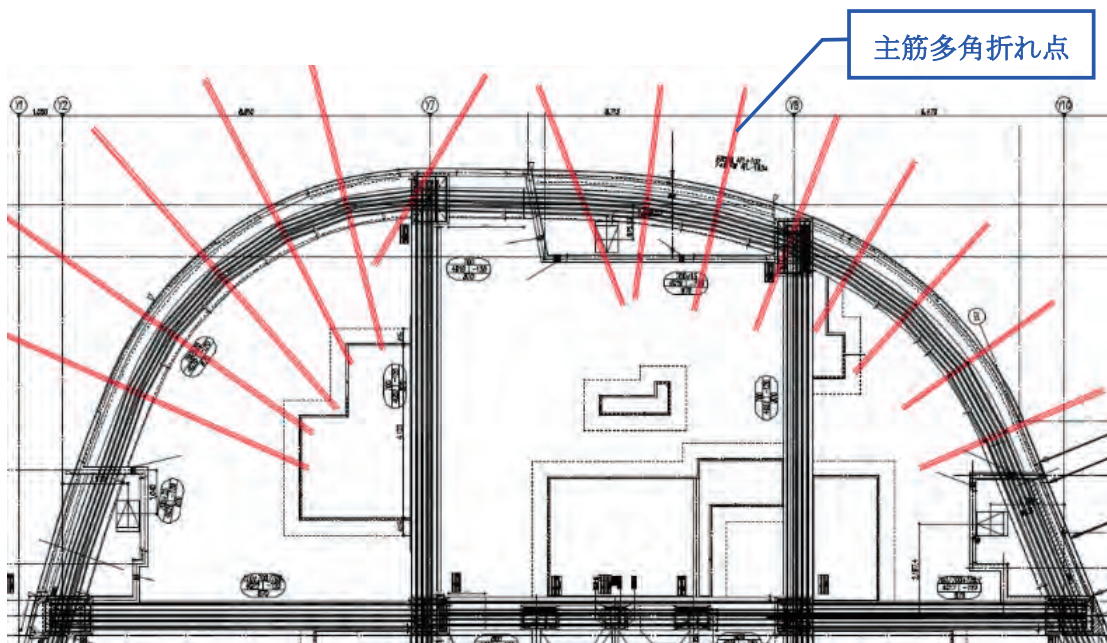


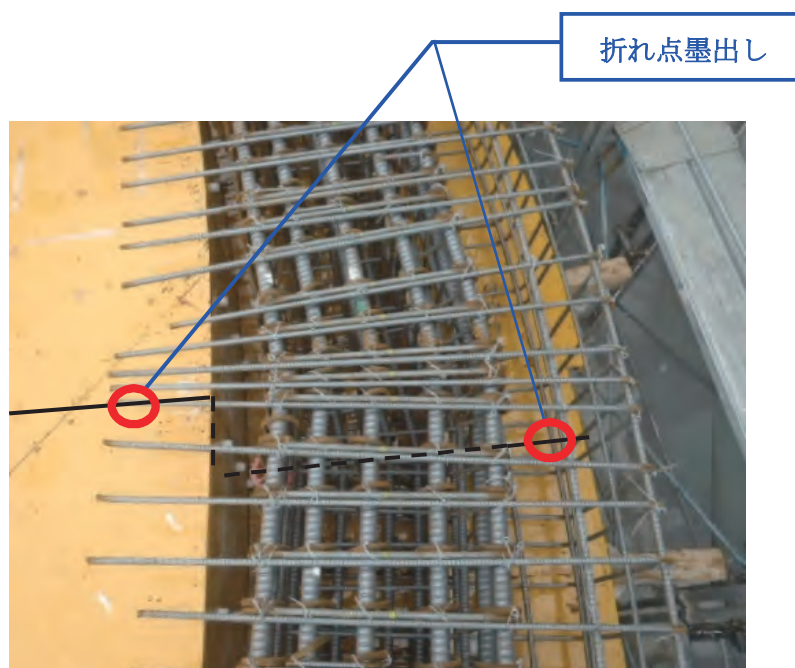
写真-4 モックアップ作成状況

⑤ 多角折れ点の墨出し

実施工では、梁スラブ型枠完了後、配筋納まり図（図－８）より、アール形状梁の多角折れ点を梁際スラブに墨出しを行い、それに梁主筋の折れ点を合わせ配筋した。外周部主筋はアール形状で全て繋がるため、多角のポイントが一つでもずれると一面全体のかぶり厚に影響が出てくる。そのため、毎フロアー梁配筋前に折れ点の墨出しを行い、配筋、溶接、および圧接作業中も折れ点の墨からずれていないか確認した（図－５）。



図－８ 主筋多角折れ点(配筋納まり図)



写真－５ 折れ点墨出し状況

3-4. 改善による効果

Q (品質)

- ・モックアップ検証を実施することにより、鉄筋の納まりや加工寸法など、実施工の組立て精度を確保した。

その他の効果

- ・実施工での失敗のリスクが減り、逸失利益を防止することができた。
- ・モックアップ検証にて、施工手順および管理ポイントを確認したことにより、躯体サイクル工程の確立に役立った。



写真-6 アール梁配筋状況

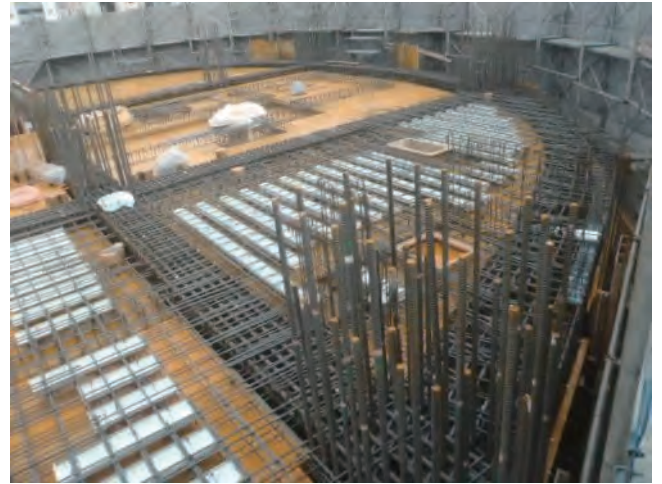


写真-7 アール梁配筋状況

4. おわりに

複合アール形状の外壁面は、意匠面においても構造的にも、重要な要素であったが、事前にモックアップ作成を行うことにより計画した納まりを事前に検証することができ、実施工をスムーズに進める事が出来た (写真-6、7)。また、監理者の信頼を得ることにつながった。

9. アリーナ大空間鉄骨建方の省力化

社名: (株)フジタ

氏名: 五十嵐 靖

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	市民総合体育館建設工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積: 10, 648㎡、地上3階
(3) 用途	体育館・観覧場
(4) 主要構造	RC造、一部S造
(5) 建設地	千葉県流山市
(6) 施工期間	2013年11月～2015年12月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	—
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"> アリーナ屋根鉄骨建方において、在来工法では建物外周を移動しながらの工事となり、他工区の動線への影響や揚重機の作業半径の制約から、ブロック地組できない範囲がある等、品質、工期、及び安全面での懸念が生じていた。 また動線確保の為、既存樹木を伐採する必要があり、環境保全の面でも問題が生じていた。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> 建方計画の合理化により工期短縮・品質向上を図る。 ブロック地組が出来ない範囲の施工方法を改善し、安全性の向上を図る。 動線確保の為の既存樹木伐採を取り止めることにより環境の保全を図る。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> 建方ヤードの移動を取り止め、ヤード1箇所での鉄骨地組・建方⇒ウインチによるスライドを2回繰り返して、建方を完了させた。 安全性を向上させるため、鉄骨のブロック地組時に棚足場を先行設置し高所作業を削減した。 ヤード移動に伴う他工事の動線確保の為の通路整備をなくし、既存樹木伐採を取り止めた。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> 同一ヤードでの繰り返し作業により作業員の習熟度が向上し、精度確保につながった。
・C(コスト)	—
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> 鉄骨建方工期が約2週間短縮された。
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> 高所作業量の低減により安全性が向上した。
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> 動線確保の為の既存樹木伐採を取り止め、環境保全に貢献出来た。
・その他の効果	—

アリーナ大空間鉄骨建方の省力化

株式会社フジタ東京支店

五十嵐 靖

1. はじめに

本工事は2007年に「健康都市」を宣言し「都心から一番近い森のまち」をコンセプトに地域整備が進められている千葉県流山市において、既存市民総合体育館の老朽化と増大する市民のスポーツ需要に対応する為、

- ・市民が競技能力を発揮する場であり全国に通じる大規模な大会の開催
- ・トップアスリートの試合等の観戦が出来る場の役割
- ・文化行事の開催
- ・災害時の避難場所

等の機能を有する体育館を「みどりの中にある総合体育館」として総合運動公園の敷地内で建設するものである。

メインアリーナを覆う大屋根は屋根面積3,599㎡、総重量485tのトラス鉄骨屋根であり、この屋根鉄骨工事及び内部大空間天井工事の合理的施工方法の検討が当工事の最重要課題となっていた。

本稿では、メインアリーナトラス屋根鉄骨のスライド工法を中心に、大空間天井の施工における創意工夫の取組みについて報告する。

2. 工事概要

工事名称	市民総合体育館建設工事
工事場所	千葉県流山市野々下1-40-1他
施主	流山市
施工	株式会社フジタ東京支店
工期	2013年11月29日～2015年12月18日
敷地面積	82,966.5㎡
建築面積	7,862.29㎡
延床面積	10,648.04㎡
用途	体育館・観覧場 (メインアリーナ・サブアリーナ・武道場)
構造	基礎 RC造 地上3階 RC造(一部S造)
基礎	杭基礎(既成杭)
建物高さ	19.05m (メインアリーナ概要)
屋根面積	3,599㎡
屋根鉄骨	トラス屋根 総重量485t
屋根仕上	特殊嵌合式平滑屋根 ガルバリウム鋼板 t0.4
外壁仕上	カラーガルバリウム鋼板 角波タイプ
天井仕上	GWB 32k t25 厚手クロス(額縁貼)



図1 完成予想パース

3. トラス屋根鉄骨スライド工法

3. 1. トラス屋根鉄骨形状

トラス屋根鉄骨は、通り芯間寸法で長辺(X方向)63.0m×短辺(Y方向)48.6mのメインアリーナ屋根を架構する(図2)。架構方法は、短辺48.6mスパンを渡す鉄骨トラス部材を2.7m間隔で配置したものである。

鉄骨トラス部材は上弦材(H-200×200×8×12)と下弦材(鋼管 t8.2mm φ216.3mm)で構成される平行弦トラスであり、短辺48.6mスパン中央で750mmのむくりがつくR形状を有している(図3)。トラスふところ成は3.0mである。上弦材と下弦材の間には束材及び1組の斜材が2.7m間隔に16スパン配置された構成となっている。また、トラス材端部では6.15mのふところ成を持つ大トラス架構を形成して、屋根材端部に十分な剛性を持たせて、屋根面荷重をRC躯体に支持させる架構となっている(図4)。水平方向についてはローラー支持となっている。屋根仕上下地材としての母屋鉄骨は上弦材の上にトラス部材と直交する方向(屋根長辺方向)で配置される。

3. 2. スライド工法採用の経緯

契約図書の仮設計画図では建物外周の既存樹木を伐採して仮設通路を作成し、外周より建方を行う計画となっていた。しかし、他工区の動線への影響や揚重機の作業半径の制約から、ブロック地組出来ない範囲があるなど品質、工期、及び安全面での懸念が生じていた。これらの懸念事項の改善、また樹木伐採範囲の削減を念頭に入れ、トラス屋根鉄骨の施工工法として3案を立案し、検討を行った。

A案：建物外周部からの在来建方案(図5)

B案：建物内部からの建逃げ案(図6)

C案：建物外周部からの建方及びスライド案(図7)

各案比較表(表1)の評価項目にて他工区への影響、躯体補強や後施工の発生、作業性、及びヤード整備の総合評価にて判定し、C案のスライド工法の採用に至った。

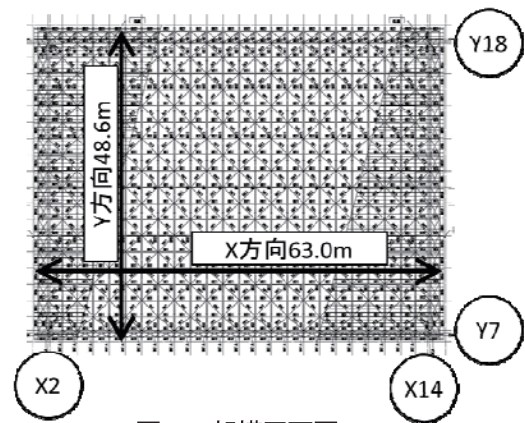


図2 架構平面図

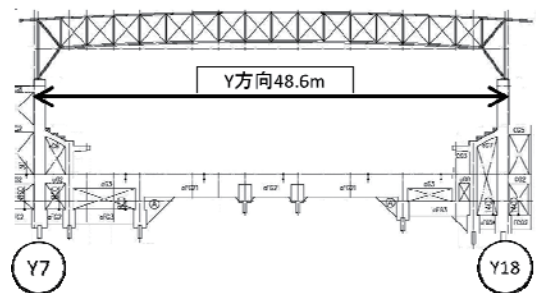


図3 架構断面図(Y方向)

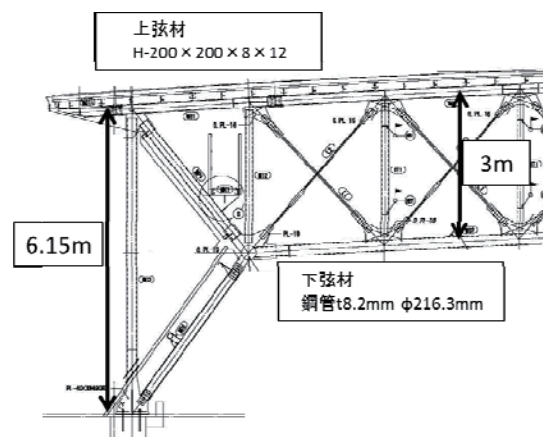


図4 架構詳細図(Y方向)

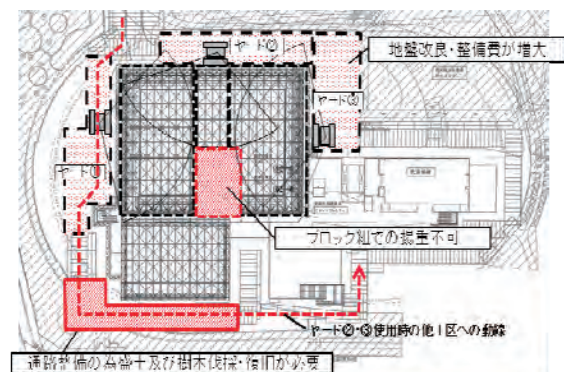


図5 A案 在来工法(契約時仮設計画)

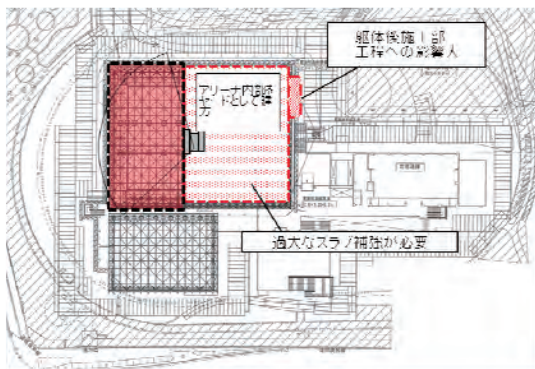


図6 B案 建逃げ工法

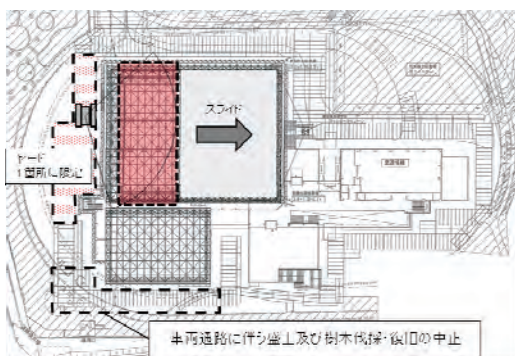


図7 C案 スライド工法

	A案	B案	C案
工法	在来工法	建逃げ工法	スライド工法
構造物・ヤード配置	外周(3ヶ所)	アリーナ内部	外周(1ヶ所)
建方概要	地組+ブロック建方 (一部在来)	地組+ブロック建方	地組+ブロック建方 ⇒スライド
課題	他工区作業動線に影響	重機入れ部スラブ補強 躯体後施工部の発生	スライド機構の検討
他工区への影響	△	○	○
躯体補強・後施工の発生	○	△	○
作業性	○	△	◎
仮設手間	○	△	○
ヤード整備	△	△	○
点数(◎:3 ○:2 △:1)	8	6	11
採用	—	—	◎

表1 工法の比較

3. 3. スライド工法実施の課題

スライド工法実施にあたり、作業所・技術部・鉄骨専門業者により検討部会を立ち上げ、施工計画及び課題の検討を行った。特に重要となった課題を以下に挙げる。

- ・スライド機構の検討
- ・スライド回数及びブロック割り
- ・スライド時のベースプレートとアンカーボルトとの干渉
- ・支保工計画

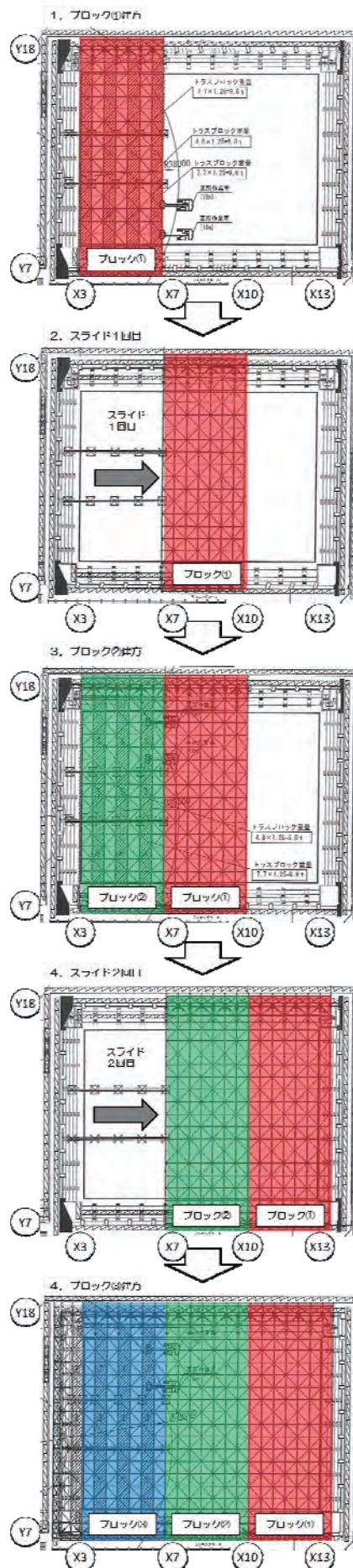


図8 スライド施工ステップ図

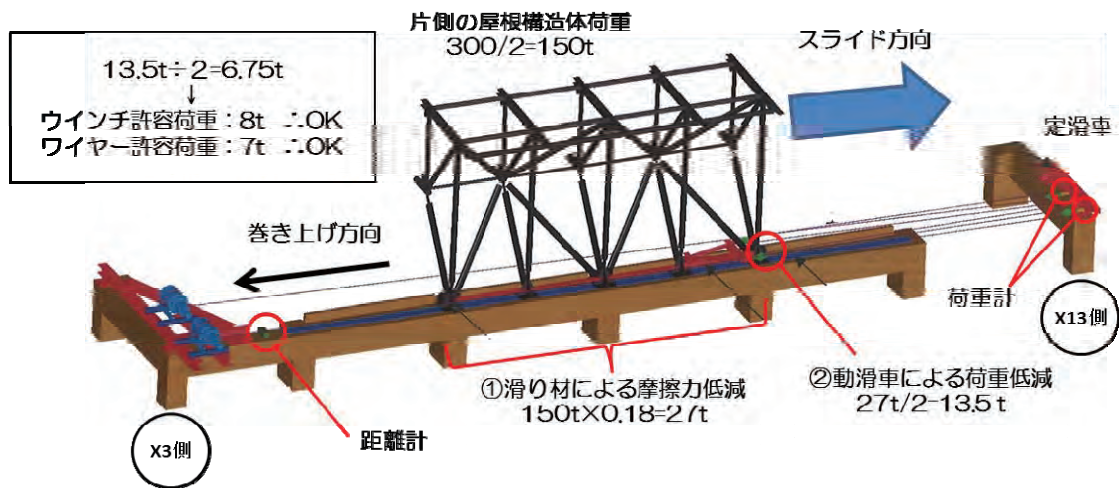


図9 スライド機構概要図

3. 4. スライド工法の計画概要

スライド対象範囲はX3～X13間とし、端部両妻面は形状が異なることから外部からの建方とした。

スライド回数及びブロック割りにについては

- ・揚重機の作業半径及び揚重可能荷重
(X7 通まではブロック地組可能)
- ・スライド1回に掛かるコスト及び日程
(スライド回数を最小限とする)

を考慮し、X 方向 18.9m×Y 方向 48.6m を1ブロックとして3ブロックに分割し、2回スライドする計画とした。図8にスライド施工ステップを示す。

1回目のスライド重量は1ブロック約150t、2回目のスライド重量は2ブロック約300tとした。2回目のスライド重量約300tをスライドするにあたり、滑り材の使用による摩擦係数の低減(静止摩擦係数0.18)と、動滑車の使用による作用荷重の半減により、片側に掛かる横引き荷重が約13.5tに低減した(図9)。

以上の荷重検討より8tウインチを片側2台(16t≧13.5t)、計4台使用する計画とした。

3. 5. スライド機構

【駆動方法】

柱脚支持部のRC梁上にガイドレール(C-350×50×4.5)を設置し、X3通側に設置した油圧ウインチにより動滑車とワイヤーを介してスライドさせる計画とした(写真1)。また、油圧ウインチは最大荷重27tに対し、許容荷重8tのものを4台設置し、X13通側に定滑車を設置した(写真2)。



写真1 ウインチ設置状況(X3通側)



写真2 定滑車設置状況(X13通側)



写真3 トラス側動滑車設置状況

ウインチ及び定滑車用の架台は妻側鉄骨柱アンカーボルトを使用して固定した。

また、トラス柱脚部に動滑車を取付ける(写真3)とともに、隣り合うスパンの柱脚同士を仮設のつなぎ梁で接続し、開き止めを行った。

【摩擦力の低減】

ベースプレートとガイドレールの間には滑り材(成形樹脂 MC ナイロン)を設置し、摩擦係数の低減を図った。業者既往データより動摩擦係数 0.1、静摩擦係数 0.18 を想定した。またガイドレールにはフッ素系樹脂塗料を塗布し、設置面の摩擦低減を図った。

スライド完了後に仮設つなぎ梁を利用して約 5mm ジャッキアップした上で、スライド用仮設であるガイドレール、MC ナイロン、及び固定用プレートを撤去し、本設のスライディングパッド・シートプレートを設置した(写真4)。

【操作・制御】

ウインチは油圧ユニットにより作動し、制御盤とモニターで操作、スライド移動量、及び作用荷重の管理を行った(写真5)。

距離計はウインチ設置部付近、荷重計は定滑車付近に設置した。

3. 6. アンカーボルト形状の変更

今回の計画ではほぼ設置高さのままでスライドを行うため、通常アンカーボルトの施工では躯体から約 150mm 露出しているボルト先端が、ベースプレートと干渉する(図10)。

そこで、アンカーボルトはインサート形状とし、鉄骨スライド完了後にボルトを長ナット部に挿入する形状に変更するよう構造設計者、監理者と協議し、承諾を得た(図11)。

これによりスライド時のベースプレートとアンカーボルトの干渉が無くなり、スライド機構の簡略化を図ることが出来た。

3. 7. スライド前施工

ブロック組立は X3~7 通間で行った。各ブロック毎に外周部及び内部トラスを揚重可能な重量(最大 9.6t)

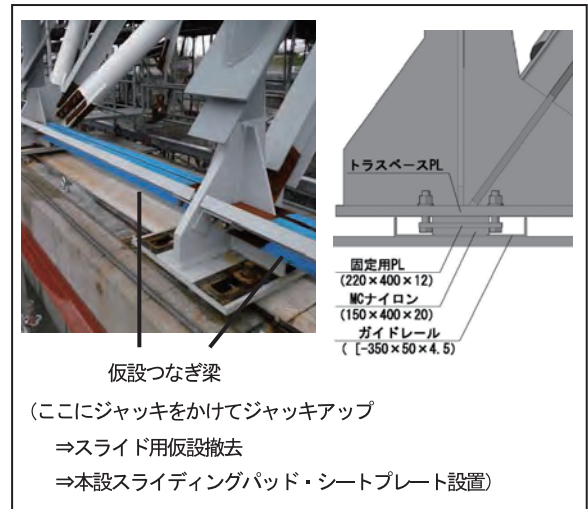


写真4 スライド部詳細

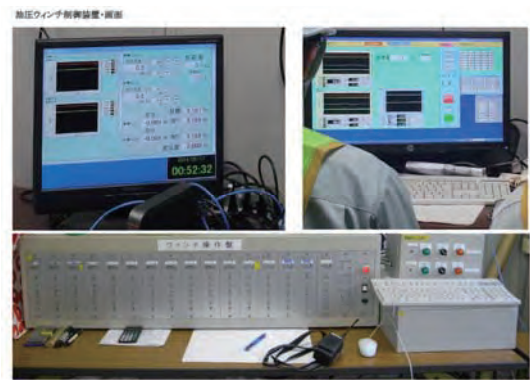
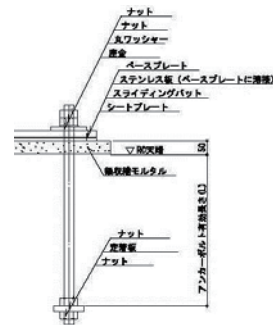
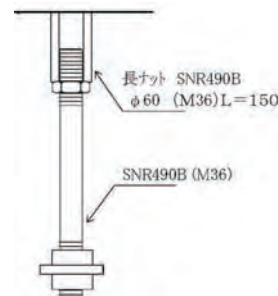


写真5 油圧ユニット操作・制御盤



スライディングパッド・シートプレートはスライド完了後施工

図10 アンカーボルト詳細図(原設計)



躯体打込み部をインサート形状に変更

図11 アンカーボルトのインサート化

で5分割して地組し、200t クローラークレーンにより揚重した。両端部の枠組支保工とベント支柱2箇所にて仮受けし、つなぎ梁の取付、本締め、及び溶接を完了した後、正規の高さにジャッキダウンを行った(図12・写真6)。

3. 8. スライド施工

4月17日に第1回目、5月15日に第2回目のスライドを実施した(写真7、写真8)。

【ウインチ操作】

油圧制御盤の自動操作により、全ウインチが同時に稼動するように設定した。

【スライド距離の制御】

Y7 通側と Y18 通側で25mm 以上スライド距離の差が生じた場合、ウインチが自動停止する設定とした。停止した場合は異常の有無を点検後、手動操作による調整を実施した。

【作用荷重の制御】

ワイヤー許容荷重(約7t)を超えないよう監視した。
⇒実績値は最大約3.75t、最大荷重から算出する最大静摩擦係数は1回目0.07、2回目0.10であった。

【移動速度】

50~60cm/min に設定し、調整時間を含め、約1時間でスライドを完了する計画とした。
⇒1回目、2回目ともほぼ予定通りの時間でスライド完了した。

3. 9. スライド工法採用の効果

在来工法と比較して、スライド工法採用による効果を以下に挙げる。

- ①建方ヤードを1箇所にて固定出来た事により、他工区への作業動線計画が明確となった。
- ②ヤードの移設が不要になり、工期を削減出来た。
- ③繰り返し作業により地組、建方の施工能率がUPした。
- ④在来では一部不可能だったブロック組による建方が全範囲で可能となり安全性が向上した。

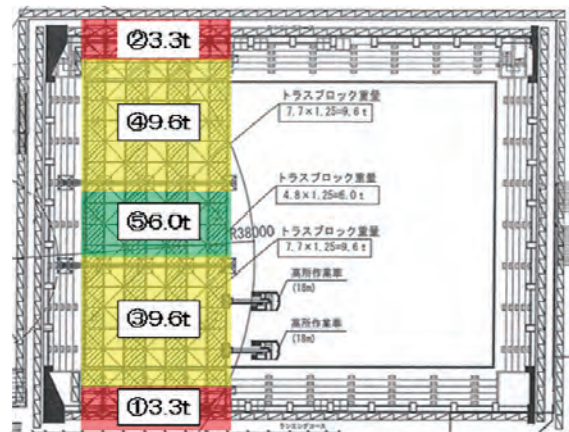


図12 地組ブロック割計画図(平面)



写真6 地組ブロック建方状況



写真7 スライド施工前



写真8 スライド施工完了

4. 大空間天井施工に関する取組み

4. 1. ベント支柱の検討

通常、トラス鉄骨の建方において荷重を仮受けするベント支柱は、支柱同士の連結やワイヤーによる転倒防止を実施するが、本工事では高所作業車を高い頻度で使用する計画とした為、転倒防止設備が作業車操作の支障となり作業性の悪化が予想された。対策として、架台H鋼をスラブと緊結して支柱を自立させ転倒防止ワイヤー及び水平材を中止した(図13)。

また、ベント支柱頭部にH鋼桁材を流し、桁材で荷重を受ける形状とする事でトラス2スパンに対し支柱1箇所とし、資材量を削減した。

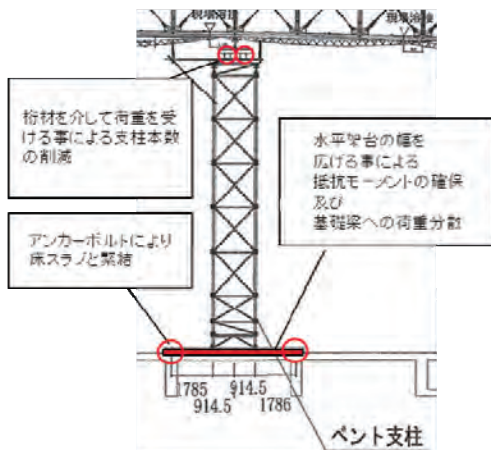


図13 ベント支柱の検討

4. 2. 棚足場形状の検討

天井を施工する際に全面足場が必要となる為、天井仕上面から約1,700mmの高さに棚足場を設置した。束材(鋼管φ139.8mm)のエレクションピースを利用して大引材(□130×70)を設置し、根太(□60×60)、合板足場板を配置した(図14)。

また、トラスブロック地組時に棚足場も地組するとともに、建方後に接続する範囲の資材を棚足場上に仮置きして建方と同時に揚重し、作業の省力化を図った。

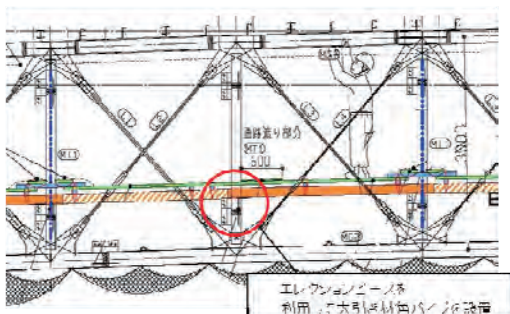


図14 アリーナ天井棚足場計画図

5. まとめ

今回の工事の成果を以下にまとめる。

【品質】

同一ヤードでの繰り返し作業により、作業員の習熟度が向上し、精度確保につながった。

【工期】

鉄骨工事においては、ヤード移動手間を削減した事と同一エリア作業による建方効率向上により当初計画の3.5ヶ月⇒3.0ヶ月へ約2週間工期短縮した。

また他工区への動線計画が明確となった事により躯体工事のよりスムーズな進捗に貢献した。

【安全】

全ての範囲をブロック地組可能としたこと、及び棚足場を地組時に同時施工したことにより、高所作業量を削減し、安全性が向上した。

【環境】

動線確保の為の樹木伐採を取り止めたことにより、敷地周辺の環境保全に貢献出来た。

また、鉄骨屋根スライド工法の施工においては計画当初より流山市・設計事務所他関係者の方々も高い関心を持ち、施工に伴う設計変更にも協力的に対応して頂いた。スライド施工時には見学会を実施する等対外的なアピールも行い、市民の工事に対する関心度アップにつながるとともに、技術力に対して高い評価を頂いた。

10. ノロ流出の無い梁打継工法の確立

社名：前田建設工業(株)

氏名：福光 哲郎

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	某計画タワーマンション新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:65,817m ² 、地下1階、地上46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	大阪府大阪市
(6) 施工期間	2013年2月～2016年3月
(7) 工事費	10,468(百万円)
(8) 設計者	—
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"> 工区境に発生する梁の打継部では、先行工区のコンクリート打設時に後行工区側へのコンクリートノロの流出が懸念される。 打継材の設置や撤去による躯体サイクル工程への影響が懸念される。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> 梁打継部において、コンクリートのノロが流出しない安価な工法を確立し、打継材設置費用の低減と清掃にかかる費用の削減を図る。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> 打ち分け用のPCa仕切り板にオープンタイム14日間の新旧コンクリート打継目接着剤を先行塗布して閉塞することで、ノロの流出防止を図った。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> 打継部が綺麗になり、現場のイメージが向上した。
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> 従来工法(リブラス止枠工法)と比較して、約34%のコストダウン。
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> 梁筋先組時に設置するため、躯体サイクル工程に影響しない。 打継材の撤去、清掃等の後工程を削減。
・S(安全)	—
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> ノロの流出防止による産業廃棄物の削減。
・その他の効果	—

ノロ流出の無い梁打継工法の確立

前田建設工業株式会社 関西支店
福光 哲郎

1. はじめに

本工事は大阪市に所在するタワー型集合住宅（地上47階建、565戸、RC造、一部S造）の新築工事である（図-1）。近隣協定によるコンクリート打設時間の制約があることと、敷地形状により打設ヤードが限定されるため、1フロアを2工区に分割してコンクリートを打設する計画とした。今回、工区境に発生する梁の打継部においてノロ流出のない梁打継工法を確立し、打継材設置費用の低減と、清掃にかかる費用の低減を図った事例をここに報告する。

2. 工事概要

工事名称	某計画タワーマンション新築工事
工事場所	大阪府大阪市
主要用途	共同住宅（565戸）
構造	RC造、一部S造
規模	地下1階、地上46階、塔屋2階
工期	2013年2月～2016年3月 36ヶ月
建築面積	2,050m ²
延床面積	65,817m ²
最高高さ	160.6m
最高軒高	152.4m



図-1 外観パース

3. テーマの選定

当物件は柱、階段、マリオン、床についてはPCa工法を採用し、梁は在来工法である（図-2）。建物を中央で分割し2工区分けとするため、工区境に打継が発生する（図-3）。PCa採用部位については既存の打継材（スポコン）にて容易に対処できるが、在来工法である梁については、打継部からのコンクリートノロの流出が懸念され、打継材の撤去や清掃作業による後工程への影響と、打継材の設置・撤去作業や清掃作業によるコスト増大が予測される。したがって手間のかからない安価で健全な梁打継工法を確立することが課題となる。

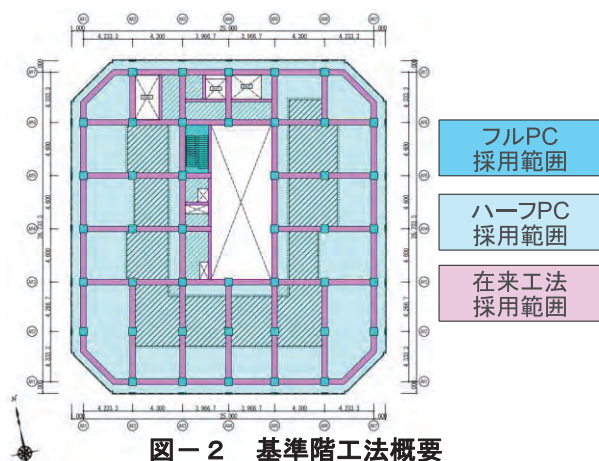


図-2 基準階工法概要

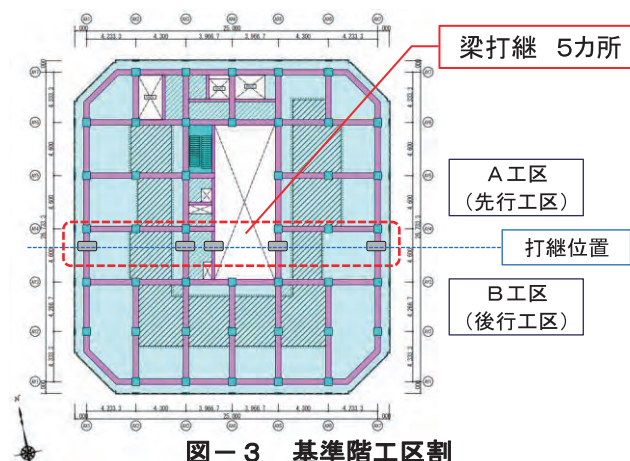


図-3 基準階工区割

3. 従来工法

ノロが流出しない梁打継工法の検討に先立ち、従来の打継工法についてまとめた。(写真1～4)

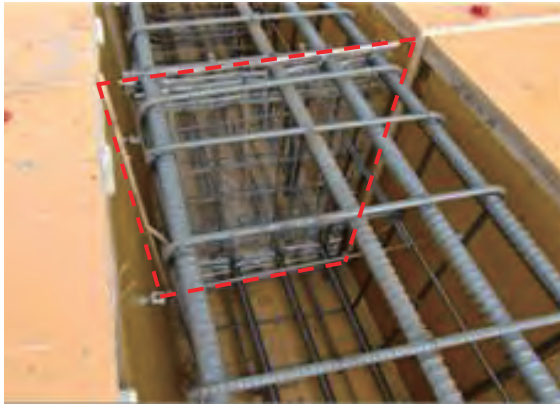


写真-1 リプラス止枠工法



写真-2 エアフェンス工法



写真-3 スポンジコン止め工法



写真-4 仕切り板P C a工法

上記4種類の工法において、リプラス止枠工法(写真-1)、エアフェンス工法(写真-2)、スポンジコン止め工法(写真-3)については一般的であるため、説明を省略する。仕切り板P C a工法(写真-4)とは、梁断面に合わせた形状・寸法のP C a枠に、エキスパンドメタルを打込んだ、柱と梁の強度打分けに使用する打継材である。同日打設を前提としているため、ノロ流出を許容しており(一般財団法人 日本建築総合試験所との共同研究)過去の物件にて採用実績がある。写真-5～9にその工法概要を示す。



写真-5 仕切り板P C a



写真-6 仕切り板P C a取付



写真-7 先組梁筋ユニット取付



写真-8 柱コンクリート打設



写真-9 梁・床コンクリート打設

4. 打継に必要な機能の定義

安価で健全な打継工法を検討するにあたり、必要な機能を下記(図-4)のとおり定義した。

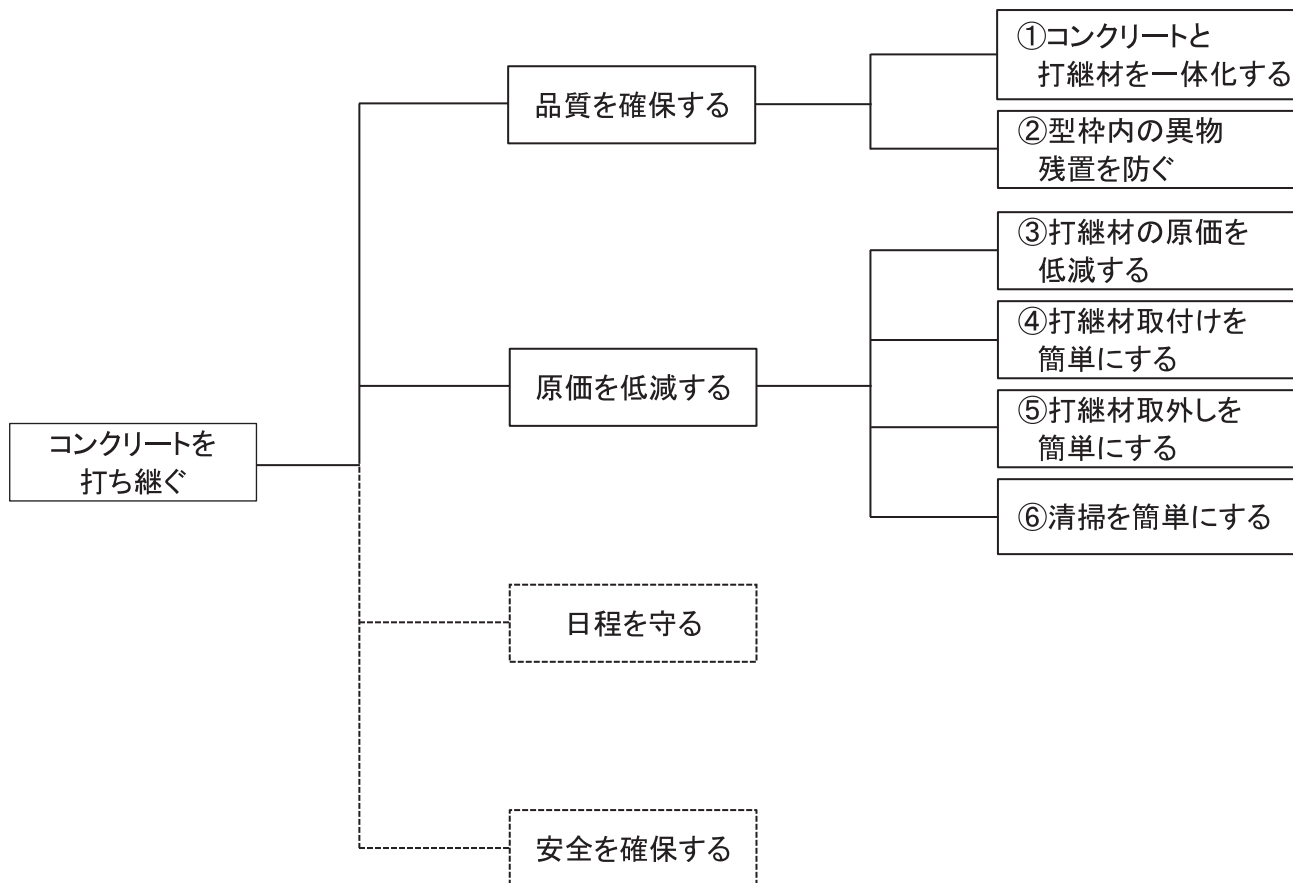


図-4 機能系統図

5. 機能の評価

前述で定義した機能についての評価を行った。

表-1 機能評価表(その1)

	リプラス止枠	エアフェンス	スポンジコン止め	仕切り板P C a
① コンクリートと打継材を一体化する	◎	○	○	※1 ◎
② 型枠内の異物残置を防ぐ	○	◎	◎	○
③ 打継材の原価を低減する	◎	○	○	△
④ 打継材取付けを簡単にする	△	○	○	※2 ◎
⑤ 打継材取外しを簡単にする	※3 ◎	△	△	※3 ◎
⑥ 清掃を簡単にする	△	○	○	△
判定	13	12	12	13

◎-3点、○-2点、△-1点、×-0点

※1 一般財団法人 日本建築総合試験所の試験結果より確認されている。

※2 打継材の取付けは梁筋先組時に、先組ヤードで取り付ける方が作業効率が良い。

※3 打継材の取り外し手間を考えると、コンクリートに残置できる方がコストと工程の面で有利である。
機能評価の結果を踏まえ、まずは仕切り板PCa工法を採用してみた。

工区打継部に仕切り板PCaを使用する場合の施工手順を写真-10～12に示す。



写真-10 仕切り板PCa取付



写真-11 梁筋セット



写真-12 コンクリート打設

仕切り板PCa工法を採用した結果、以下の課題が明らかになった。

①使用したコンクリートは流動性が高いため、流出したノロの処理・清掃コストが想定以上である。

②清掃作業が次工程を圧迫しているため、中央エキスパンドメタルからのノロの流出をなくす必要がある。

6. アイデアの発想

コンクリートノロの流出をなくす方法について、ブレインストーミングを用いてアイデアの発想を行った。

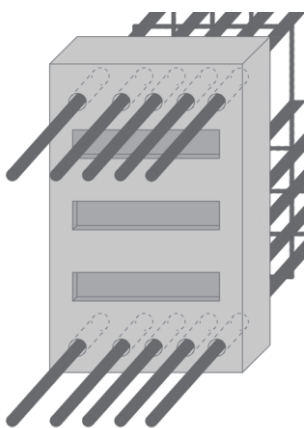


図-5 フルPCa化（鉄筋貫通）



図-6 フルPCa化（機械式継手）

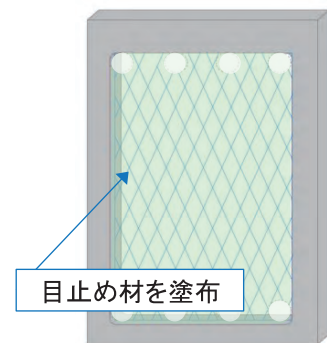


図-7 従来工法に目止め材塗布

ノロ流出の要因である中央エキスパンドメタルを用いず、フルPCa化する方法（図-5、図-6）と、エキスパンドメタルに接着性能を有する目止め材を塗布する方法（図-7）を考案した。

7. アイデアの具体化

前項で考案した3つの工法について機能評価し、流出防止方法を選定する。表-1 機能評価表（その1）を参考にして評価する（表-2）。

表-2 機能評価表（その2）

	フルP C a 化 (鉄筋貫通型)	フルP C a 化 (機械式継手型)	仕切り板P C aに 接着性を有する 目止め材を塗布
① コンクリートと打継材を一体化する	※1 △	◎	※2 ?
② 型枠内の異物残置を防ぐ	◎	◎	◎
③ 打継材の原価を低減する	◎	△	○
④ 打継材取付けを簡単にする	※3 △	△	※4 ◎
⑤ 打継材取外しを簡単にする	◎	◎	◎
⑥ 清掃を簡単にする	◎	◎	◎
判定	14	14	14+?

◎-3点、○-2点、△-1点、×-0点

※1 鉄筋貫通部の主筋付着性能が不明確であるため、△と評価した。

※2 メーカー想定の使用方法与異なるため、評価を?とした。

※3 梁主筋の組立精度によって取付に手間がかかるため、△と評価した。

※4 先組した梁筋に仕切り板P C aを取り付けてから目止め材を塗布することで、ある程度の配筋誤差は影響されることなく取り付けることが可能なため、◎と評価した。

従来の仕切り板P C aのエキスパンドメタルに接着性を有する目止め材を塗布する工法について、接着性があるものを用いることで、コンクリートと打継材の一体性が得られる可能性がある。

以上の結果をふまえ、仕切り板P C aに目止め材を塗布する方法を検討すべく、材料を選定する。

8. テストと証明

8-1. 材料の選定



図-8 ジョインボンドM5000概要



写真-13 試験塗り

使用する材料の条件として、①圧縮強度 48 N/mm^2 以上、②打継有効期間が6日以上、として選定しジョインボンドM5000（メーカー：日本ジッコウ株式会社）に着目した（図-8）。本製品は、新旧コンクリートの打継界面に用いることにより接着強度を強化し、一体化と水密性の向上を図る繊維補強ポリマーセメント系接着剤である。ジョインボンドをエキスパンドメタル面に塗布することが可能か、試験塗りをを行い、問題なく塗布できることを確認した（写真-13）。また、仕切り板P C aはサイトで製作し、躯体コンクリート打設日と合わせて製作することで、残コン利用によるコストダウンを図った（写真-14、15）。



写真-14 仕切り板PCa製作状況その1



写真-15 仕切り板PCa製作状況その2

8-2. 検証の必要性

従来のジョインボンド工法と、今回新たに採用する工法の使用方法を比較したものを、下記(図-9)に示す。メーカーの想定と異なる使用手順、方法となるため、①強度(圧縮強度・曲げ強度・せん断強度)の確認、②施工性の確認を行った。

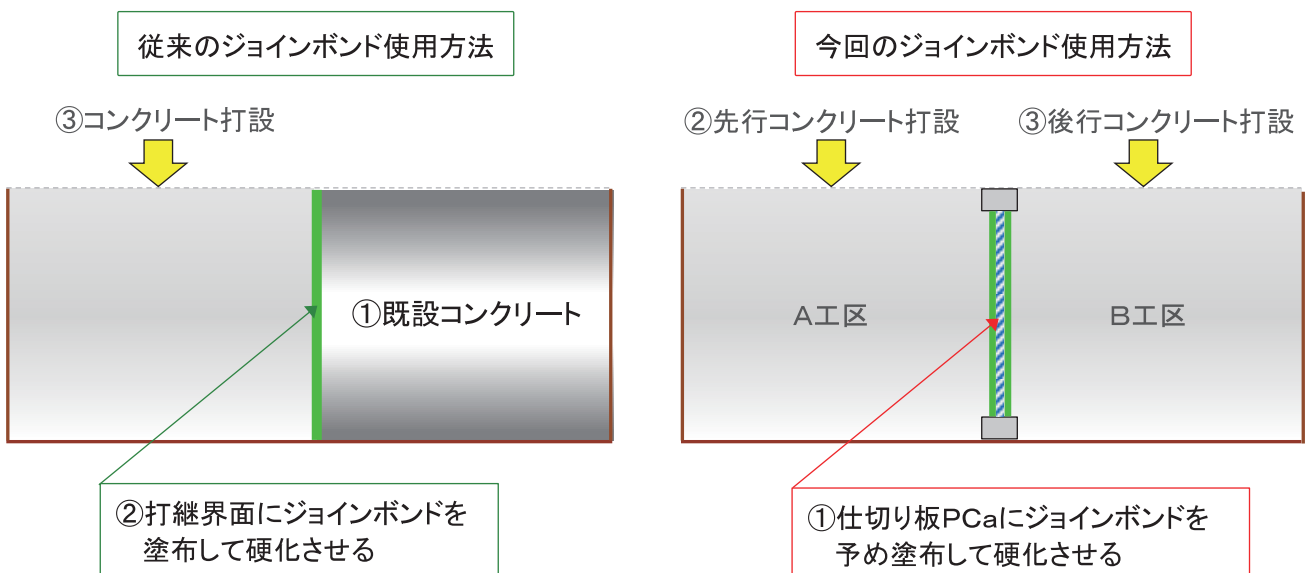


図-9 工法の比較

8-3. 試験概要・判定方法

試験方法、判定基準については下記表-3のとおりとした。

表-3 試験概要・判定方法

コンクリート強度	メーカー試験実績：18N-2-20BB、21N-8-20BB 今回確認する強度：36N(45, 46階のコンクリート強度)
比較・判定基準	仕切り板PCa(中央部のエキスパンドメタル)と同等以上
試験体の種類	試験体A：プレーン(打継なし) 試験体B：打継あり エキスパンドメタル(従来工法) 試験体C：打継あり エキスパンドメタルに接着材塗布(提案工法)
試験の方法	圧縮、曲げ、模擬せん断強度試験(メーカー試験に準ずる)

8-4. 強度試験概要

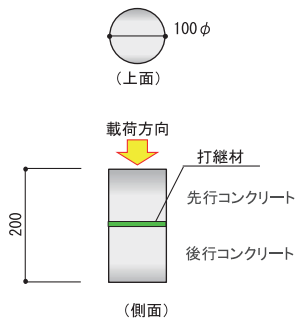


図-10 圧縮試験体

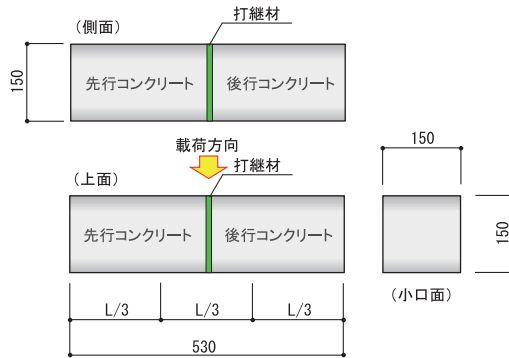


図-11 曲げ試験体

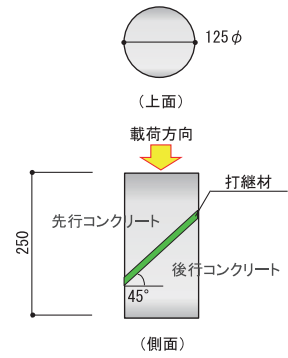


図-12 模擬せん断試験体

◇圧縮試験：JIS A 1108:2006「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準拠（図-10）

◇模擬せん断試験：JIS A 1108:2007「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準拠（図-11）

◇曲げ試験：JIS A 1106:2006「コンクリートの曲げ強度試験方法」に準拠（図-12）

8-4. 試験体作成状況

試験体作成は、空調を完備した現場試験室にて作成・養生した（写真-16～20）。



写真-16 試験体打継材作成



写真-18 打継材（試験B）



写真-20 現場試験室

空調設備にて室温を常時20℃に保つ



写真-17 試験体作成



写真-19 打継材（試験C）

8-5. 強度試験・試験結果

強度試験は一般財団法人 日本建築総合試験所 大淀試験室にて実施した。試験の概要を下記に示す。

※試験状況は写真-21、22を参照

【比較基準】試験体A（打継なし）を100%とし、B、Cについて評価する

【判定基準】B（エキスパンドメタル）とC（提案工法）が同等の強度であること

【材齢日数】28日

【養生方法】封緘養生（現場試験室内）



写真-21 せん断（模擬）強度試験状況



写真-22 曲げ強度試験状況

実施した試験の結果を試験結果一覧表（表-4）に示す。

表-4 試験結果一覧表

試験項目	試験体記号	試験体の種類	プレーン(試験体A)に対する強度比 (%)
曲げ強度試験	B	エキスパンドメタル	45%
	C	エキスパンドメタルにジョインボンド塗布	51%
せん断強度試験	B	エキスパンドメタル	97%
	C	エキスパンドメタルにジョインボンド塗布	96%
圧縮強度試験	B	エキスパンドメタル	100%
	C	エキスパンドメタルにジョインボンド塗布	98%

試験の結果、呼び強度36Nについて、BとCが同等の強度であることが確認できたことから、呼び強度36Nを採用している45階躯体工事にて実施工を行い、効果と施工性を確認した。

9. 効果の確認

9-1. ジョインボンド塗布作業の施工性確認

コンクリート打設に先立ち、梁筋先組ヤードにて仕切り板PCaの取付とジョインボンドの塗布を行った。梁筋先組中に仕切り板PCaを取付け、配筋完了後に左官工にて塗布した（写真-23、24）。エキスパンドメタルの目から若干材料がこぼれるが、5枚/フロアの塗布作業（養生・清掃含む）について、左官工1名で施工できた。



スターラップの間から塗布



5枚/フロア
左官工1名で施工完了

写真-23 ジョインボンド塗布状況

写真-24 ジョインボンド塗布完了

9-2. ノロ止め性能の確認

ジョインボンド塗布完了の2日後に梁筋セットを行い、コンクリートを打設した。打継部後工区側を確認したところノロは全く流出しなかった（写真-25～27）。



写真-25 梁筋セット



写真-26 コンクリート打設状況



写真-27 コンクリート打設後（後行工区側）

打設後、ノロは全く流出していない

9-2. コストの比較

コスト比較表（表-5）に、工法毎のコスト比較を示す。

表-5 リブラスを100としたコスト指数比較

	打継材料費	製作・取付費	撤去・整備費	清掃費	全体コスト比較
[A] リブラス止枠	5	52	—	43	100
[B] エアフェンス	13	29	22	29	93
[C] スポンジコン止め	3	43	22	29	97
[D] 仕切り板PCa	39	10	—	29	78
[E] 仕切り板PCaに ジョインボンド塗布	43	23	—	—	66

[A] リブラス止枠

材料費は安価であるが、取付手間がかかるまたノロ止め性能に劣り、清掃費がコストを圧迫する。

[B] エアフェンス：

打設後の撤去・整備費（フェンス水洗い）が発生する。梁主筋が多いとノロは完全には止まらない。

[C] スポンジコン止め

材料費は安価であるが、梁断面が大きいと取付手間がかかる。他は[B]と同等。

[D] 仕切り板PCa

材料費・PCa製作費はかかるが、取付費は配筋中に差し込むだけなのでトータルでコストは下がる。

[E] 仕切り板PCaにジョインボンド塗布

ジョインボンドを塗布することにより材料費・製作費はアップするが、清掃費を0にできるため、最もコストダウンできる。

10. まとめと今後の課題

◇まとめ

- ・36Nのコンクリートに採用し、ノロが流出することなく打ち継ぐことができた。
- ・サイトで製作することでコストを低減でき、リブラス止枠工法と比較して約34%のコストダウンを図ることができる。
- ・打設後の清掃が不要なため後工程を圧迫せず、翌日に後打コンクリートを打設することも可能である。
- ・RC造の梁筋先組現場であれば適用できる。
- ・壁や耐圧版などの厚いスラブにも適用可能と考える。

◇今後の課題

- ・高強度コンクリートを含めた、幅広い配合及びセメント種での使用を想定した接着性能の確認が必要である。
- ・塗布作業効率の向上を図るため、調合を最適化し、エキスパンドメタルへの専用塗材として、メーカーへ新製品の開発を働きかける。
- ・現在のところ、採用にはその都度建築主事・監理者の確認が必要なため、建築技術性能証明等の取得により、普及に努める。

