

特殊な平面形状に対応した ST 合成床版と PRC 梁の施工

しんかしま —新鹿島市民会館新築工事—

大阪支店	建築工事部 (九州支店駐在)	田中敏幸
大阪支店	建築工事部 (九州支店駐在)	溝上豪
大阪支店	建築設計部 (九州支店駐在)	石井孝幸
大阪支店	建築設計部 (九州支店駐在)	毛利浩

概要：新鹿島市民会館は、市民が日常的に集い、地域文化創造の拠点となる『まちの晴れ舞台』をコンセプトに建設された。舞台と客席とが一体になったホール空間の中央には構造体を兼ねたハイサイドライトが設けられ、明るく開放的な空間となっている。この構造体は現場打プレストレスト鉄筋コンクリート梁 (PRC 梁) と鉄骨トラスのハイブリッド構造である。また、ホールの拡張スペースとして利用できる交流ラウンジの天井は梁型でデザインされたプレキャストコンクリート合成床版 (ST 合成床版) が使用された。これらのプレストレストコンクリート部材の製造と施工について報告する。

Key Words：特殊な平面形状, ST 合成床版, PRC 梁

1. はじめに

築後 50 年以上が経過した旧市民会館の設備や建物の老朽化が顕著になり、2013 年から建て替え計画が検討されていた。市民が日常的に集い、地域文化創造の拠点となる『まちの晴れ舞台』をコンセプトに、舞台と客席とが一体になったホール空間の中央には現場打プレストレストコンクリート梁と鉄骨トラスのハイブリッド構造のハイサイドライトが設けられ、明るく開放的な空間となっている。また、ホールの拡張スペースとして利用できる交流ラウンジの天井は梁型でデザインされたプレキャストコンクリート合成床版が使用された。写真-1, 2 に建物の平面案内サインを示す。

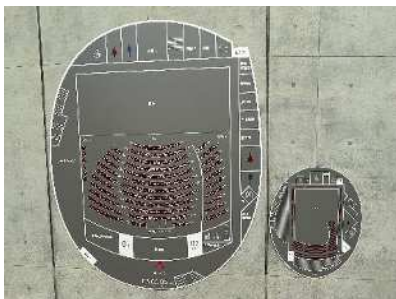


写真-1 1階平面

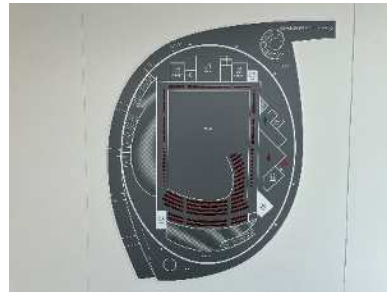


写真-2 2階平面



田中敏幸



溝上豪



石井孝幸



毛利浩

2. 建築概要

工事名称：新鹿島市民会館新築工事(建築主体)

発注者：鹿島市役所

所在地：佐賀県鹿島市大字納富分

規模：地上 4 階建

建築高さ：最高高さ 18.98m

敷地面積：6,040.35m²

建築面積：2,214.17m²

延床面積：2,678.26m²

構造：RC 造, 一部 S 造

用途：集会所・観覧場

設計・監理：(有)ナスカー級建築士事務所

施工：松尾・中島・高木建設共同企業体

工期：2021 年 3 月 25 日～2022 年 11 月 25 日

(工期延長 2023 年 5 月 31 日)

PC 工期：2022 年 3 月 10 日～2022 年 11 月 30 日

PC 工事：プレキャスト床版製作・運搬・架設 39P 部材総重量 265t

R 階 PRC 梁 配線・緊張・グラウト



写真-3 建物外観

3. PC 工事

3.1 ST 合成床版

3.1.1 概要

ST 合成床版は、図-1 の着色で示す楕円形の建物外壁と長方形の舞台・ホールの上に位置する 2 階交流ラウンジの天井に使用された。プレキャスト工法では同形状部材を長方形グリッドに整然と配置計画するのが一般的であるが、今回は通り芯に対して 45 度の傾きでひし形に配置計画された。さらに建物外周の楕円形状に沿った特殊な平面形状の部材もある。また、表-1 のように意匠的にスパン長でリブ高さを変えているため、39 枚の PCa 部材はすべて形状が異なっている。写真-4 に形状の一例を示す。特殊な平面形状のリブ端は斜めにカットされている。リブ端部には建物本体との接合鉄筋が写真-5 のように配置されている。

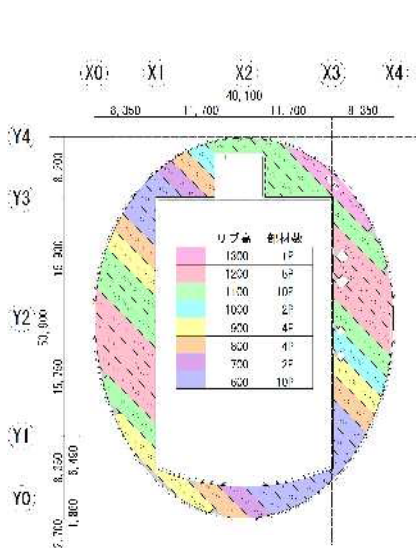


図-1 ST 合成床版割付図



写真-4 ST 合成床版の一例

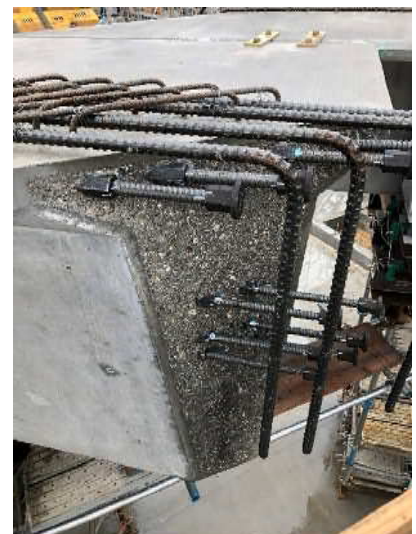


写真-5 リブ端部接合鉄筋

表-1 スパンとリブ高の関係

スパン(リブ芯長L)	12m以上			12m~11m			11m~10m			10m~9m		
リブ高	1300			1200			1100			1000		
略図												
数量 (39P) (109.49m3)	部材符号	体積 (m3)	版長 (m)	部材符号	体積 (m3)	版長 (m)	部材符号	体積 (m3)	版長 (m)	部材符号	体積 (m3)	版長 (m)
	1301	5.557	13.442	1201	4.744	11.423	1101	4.134	10.353	1001	3.827	9.933
				1202	4.892	11.657	1102	4.393	10.833	1002	1.326	3.363
				1203	4.744	11.415	1103	4.114	10.033			
				1204	4.885	11.521	1104	4.494	10.956			
				1205	4.937	11.645	1105	4.112	10.166			
				1206	4.778	11.273	1106	4.539	11.188			
							1107	1.222	2.994			
							1108	0.973	2.381			
							1109	2.451	5.972			
						1110	0.521	1.212				
スパン(リブ芯長L)	9m~8m			8m~7m			7m~6m			6m以下		
リブ高	900			800			700			600		
略図												
数量 (39P) (109.49m3)	部材符号	体積 (m3)	版長 (m)	部材符号	体積 (m3)	版長 (m)	部材符号	体積 (m3)	版長 (m)	部材符号	体積 (m3)	版長 (m)
	901	3.268	8.762	801	2.562	7.364	701	2.099	6.137	601	1.848	5.739
	902	3.322	8.773	802	2.620	7.258	702	2.089	6.106	602	1.248	3.879
	903	2.756	7.587	803	2.344	6.532				603	1.117	3.472
	904	2.841	7.794	804	2.503	7.080				604	1.768	5.492
										605	1.256	3.905
										606	0.589	1.779
										607	0.652	2.031
										608	0.985	3.059
										609	1.322	4.108
									610	1.656	5.144	

3.1.2 製作

ST 合成床板は図-1 及び表-1 のように特殊な平面形状およびリブ成がすべて異なっているため、平面形状部には曲面鋼製型枠と直線型枠を使用し、リブ端部に関しては一部木製型枠を使用し製作を行った。また、製作順序はリブ成の高いものから製作を行い、リブ成が低くなる場合はリブ底枠を上部に移動させることにより型枠の継ぎ目を極力無くし、リブ部を見せる意匠にも配慮を行った。型枠の状況を写真-6、7 に示す。



写真-6 型枠写真



写真-7 型枠仮組状況

リブ部の STP 配筋に関しては端部が鋭角となる特殊な平面形状に対応させるため、リブ端部は放射状に配置を行った。スラブ部についても端部長さを調整し曲面やひし形への対応を行った。配筋状況の一例を写真-8 及び写真-9 に示す。



写真-8 配筋状況



写真-9 配筋状況

部材の仮置きは写真-10 に示すように T 型断面をリブ部の左右から支持する治具を使用した。スラブ部に関しては左右で張り出し長さが異なり重心が安定しないため、張り出しが長い側のリブ部とスラブ部の根元付近にてサポートによる補助を行い安定性の向上を図った。

運搬に関しては写真-11 に示すように仮置き時の治具とリブ部上部に配置したインサートに専用金物を取り付け、荷の固定を行うことにより振動や車体の制動に起因する部材の損傷を防いだ。



写真-10 仮置き状況



写真-11 専用金物

3.1.3 架設計画

本工事の架設計画に関して、部材据付完了時点での安定性を特に留意し計画を行った。部材据付完了時点での安定性に対しては意匠に配慮するためリブ側面にインサートを配置せず、図-2 に示すような H 鋼を用いた安定装置を考案し、Sketch Up を使用した 3D による安定装置の配置検討を行った。リブ成の高さによってリブ部の傾斜が異なったため各部材に合わせた安定装置を検討することが必要であったが、3D による検討は安定装置の形状を詳細に確認でき、支保工への固定方法を検討することが可能であった。

また、図-3 及び図-4 に示すように細部を 3D で作成することにより事前の架設シミュレーションを関係者と共有でき、施工性及び安全性に対する検討を明瞭に行うことができた。3D の活用は図-5 に示すような従来の 2D 計画図だけでは洗い出せない検討事項及びリスクに対して非常に有効であったと実感したと共に、関係者への情報の共有に関しても寄与した。

3.1.4 架設状況

架設に先立ち、支保工上部に安定装置を組み立て、160t オールテレーンクレーンを使用して部材の架設を行った。部材の揚重には吊天秤を使用し、スラブ部の張り出し長さの違いによる部材の傾きはチェーンブロックにて対応を行った。架設完了時には各部の安定装置の固定状況を確認した上で部材の玉外しを行った。この一連の流れは協力会社と 3D 計画図を使用し密にシミュレーションを行い、施工手順周知会においても全工事関係者への情報共有を行うことにより架設作業は順調に行うことが出来た。写真-12 に架設状況を示す。



写真-12 部材架設状況

架設は現場を 3 工区に分けてクレーンの配置を行い、全 39P を架設工程 12 日にて完了することが出来た。部材が特殊な平面形状をしていたことと安定装置の固定確認で 3~4P/日が架設の限度であった。全 39P の架設完了後のドローン空撮を写真-13 に、リブ見上げを写真-14 に示す。



写真-13 ドローン空撮



写真-14 リブ見上げ

3.2 PRC 梁

3.2.1 概要

本建物のホール屋根の中央には、構造体を兼ねた 9 角形のハイサイドライト（高窓）が設けられており、明るく開放的な空間を実現している。ハイサイドライトの開口は、PRC 梁と鉄骨の束材および下弦材からなる複合構造として成立しており、PRC 梁と鉄骨は、梁下端に埋め込まれたアンカーボルトにより接続されている。

PRC 梁の外端は外周に配置された耐震壁の付帯柱に定着し、内端は他の PRC 梁に定着している。また、屋根スラブは厚さ 500mm の中空ボイドスラブで、上端筋および下端筋 (D19,D29) により PRC 梁に定着されている。写真-15 にハイサイドライト、図-6 に床梁伏図、図-7 に断面図を示す。



写真-15 ハイサイドライト

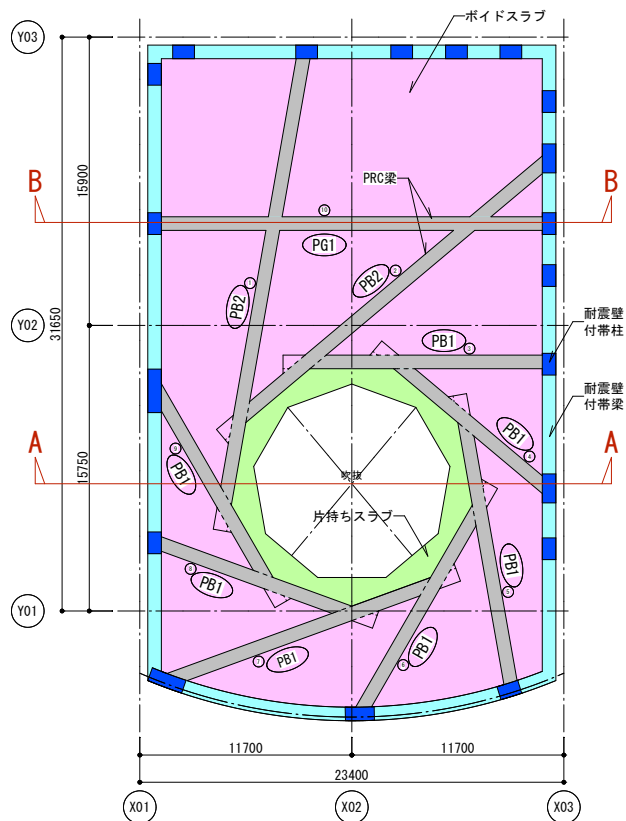


図-6 床梁伏図

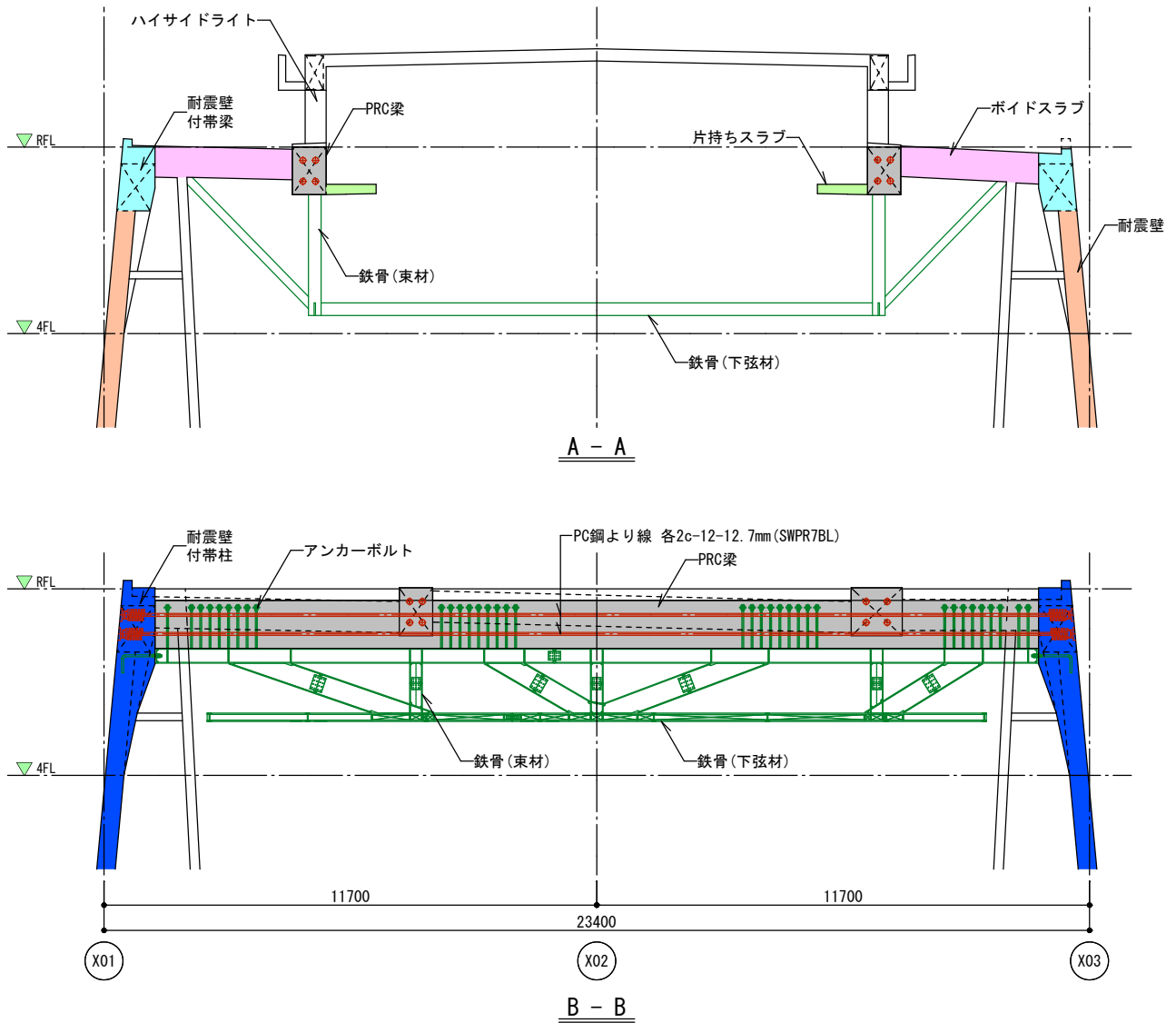


図-7 断面図

PRC 梁の断面寸法は、750mm×1100mm、梁長さは約 12m から最大で約 20m である。定着工法は VSL 工法を採用し、PC 鋼材のユニットは、PC 鋼より線 12.7mm を用いた「E5-12」を使用している。

図-8 に PRC 梁の断面リストを示す。

符号	PB1・PB2		PG1
位置	端部	交差部	全断面
断面			
PC鋼材	4c-12-12.7mm (SWPR7BL)		
上端筋	4-D32 (SD390)		
下端筋	4-D32 (SD390)		
腹筋	8-D25 (SD345)		
せん断補強筋	□ -D13@100 (SD295A)		

図-8 断面リスト

3.2.2 PRC 梁の配線

PRC 梁は平面配置上、9 角形を形成する形で斜めに配置されており、かつ PRC 梁同士が交差する特殊な配置

となっている。さらに外周部の柱に対して全ての梁の角度が異なるため、鉄筋量が多く断面の小さい柱内にシース・定着体を正規の位置に配置するためには柱・梁筋をどのような配置で納めるか、また梁内には鉄骨トラスのアンカーボルトも配置されるため、それぞれに対する詳細図を作成し、関係業者との確認および協議を行った。図-9、10 に詳細図の一部を示す。

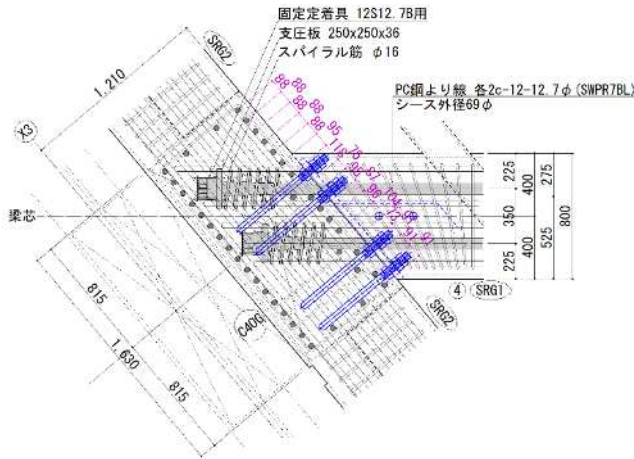


図-9 平面詳細図

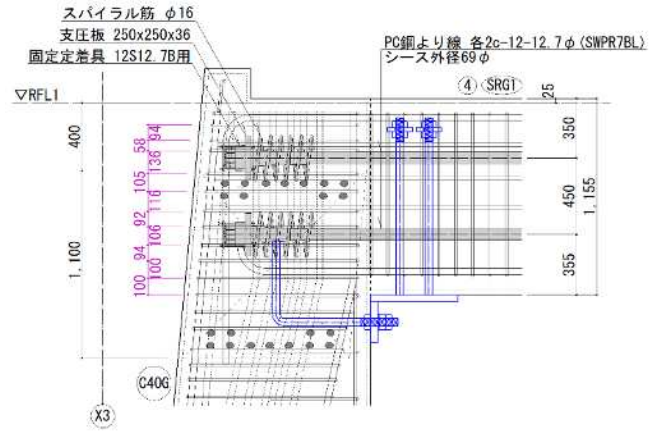


図-10 断面詳細図

実際の施工においても、固定側の定着体が納まる柱や交差する外周梁の鉄筋量が多く、一般的に実施している施工手順では納める事が困難と判断し、事前に関係業者と PC 材と鉄筋の位置関係、納めるための配線手順等について説明・協議を行い、実行した事により工程・品質ともに問題なく納める事が出来た。写真-16 に緊張端施工状況、写真-17 に固定端施工状況を示す。



写真-16 緊張端施工状況



写真-17 固定端施工状況

3.2.3 PRC 梁の緊張

PRC 梁の緊張においては、梁の配置が特殊であるため、施工中のクラック発生を防止し、かつ構造体へ均等にプレストレスが導入される事を目的として、ジャッキ 2 台を使用し図-11 に示すように対面する梁の同時緊張を行った。手順としては、①～④を 2 梁同時に緊張し、⑤を単体、⑥の両引き、の順でそれぞれ半数のケーブル (2c/4c) を緊張し、①に戻って残り半数の緊張を同じ要領で行った。

また、緊張端の背後には梁が近接しているため作業空間が狭く、ジャッキセットや緊張後のジャッキ取外し作業が困難になる事が想定されたため、使用するジャッキは施工性を考慮し VSL フロントエンドジャッキを使用した。写真-18 に緊張状況を示す。

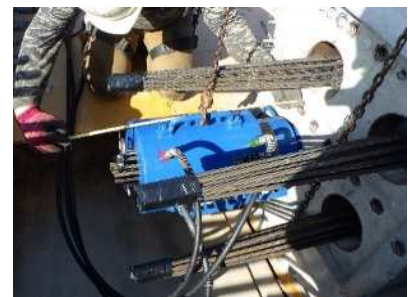


写真-18 緊張状況

プレストレス導入前・半数の導入完了後・全ての導入完了後それぞれにおいてクラックの有無を確認した。その結果、3.2.3 で示した緊張方法を実施した事により、プレストレスによるクラックの発生は認められなかった。

また、PRC 梁に取り付く鉄骨トラスのボルトはプレストレス導入後に本締めとし、スラブコンクリートも後打ちとする事で品質が確保された構造体を構築する事ができた。写真-19 は緊張完了後のボイドスラブ施工状況（ドローン空撮）である。

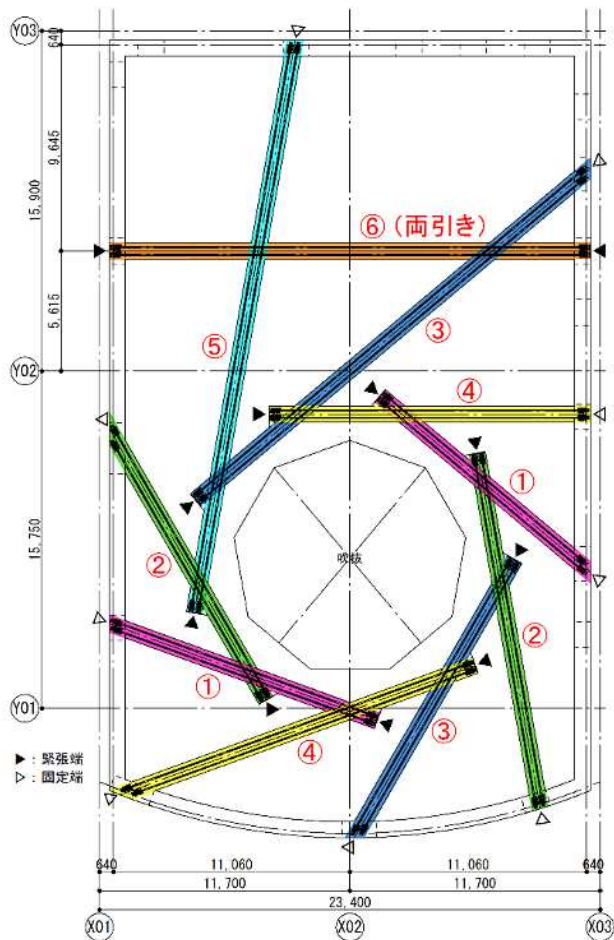


図-11 緊張順序

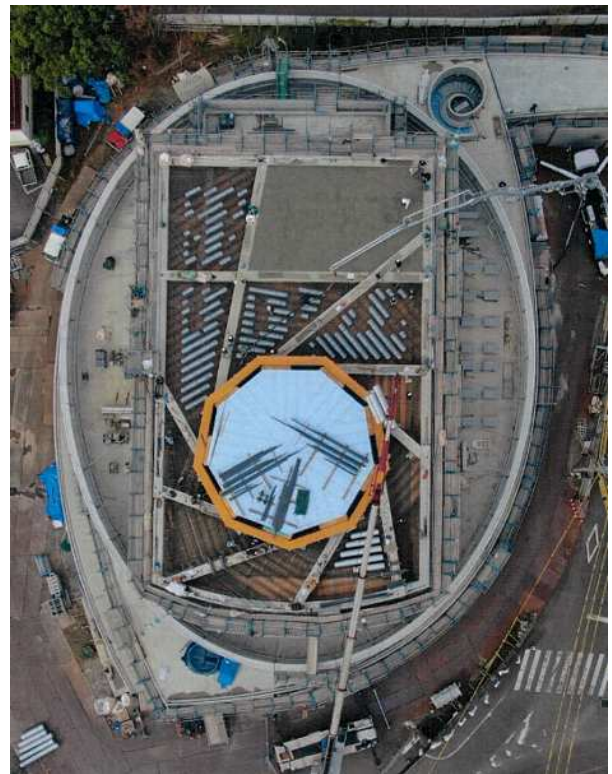


写真-19 ボイドスラブ施工状況

4. まとめ

本建物では、楕円形の交流ラウンジの天井として 45 度方向に ST 合成床版を高い精度で設置することが要求されたが、Sketch Up を使用した 3D での施工計画により、関係者と視覚的に情報を共有することができ、安全かつ合理的な施工を行うことができた。また、ホールのハイサイドライトを構成するハイブリッド PRC 梁の施工においては、緊張順序を工夫することにより、施工途中でのクラック発生を防止し、設計で要求されたプレストレス力を導入することができた。これらで得た経験は、今後の類似案件に大いに参考となるものと思われる。

謝辞

本施工では、設計監理の(有)ナスカー一級建築士事務所、構造設計の合同会社 OAK plus および松尾・中島・高木建設共同企業体の方々の多大なるご支援とご助言いただいた。これら関係各位に、心よりお礼申し上げます。