

# バルコニーを有する曲面PC版の施工

## Construction of Precast Concrete Balcony which have Curved Surface

加藤 大典\*  
Hironori Kato

道中 雅明\*  
Masaaki Michinaka

森信 啓介\*  
Keisuke Morinobu

### 要 約

本報告は、シンガポールのバリーパークコンドミニウム建設工事において、曲面をもつPCバルコニーの取付概要を述べたものである。

本PC版の1つの形は、ラグビーボールを均等に8分割したような立体形をしており、その2つを真中でジョイントさせて、1組のバルコニーとなる。また、手摺、カーテンウォールと複雑に取合うため、PC版の均等化や取付誤差に十分配慮しなければならない。また高層階の取付において、PC版を軽量化する必要性より軽量骨材を採用した。特殊な曲面をもつPC版の製作から取付手順など、工程短縮のテーマもふまえて報告する。

### 目次

- § 1. はじめに
- § 2. 工事概要
- § 3. PC版概要
- § 4. 取付概要
- § 5. おわりに

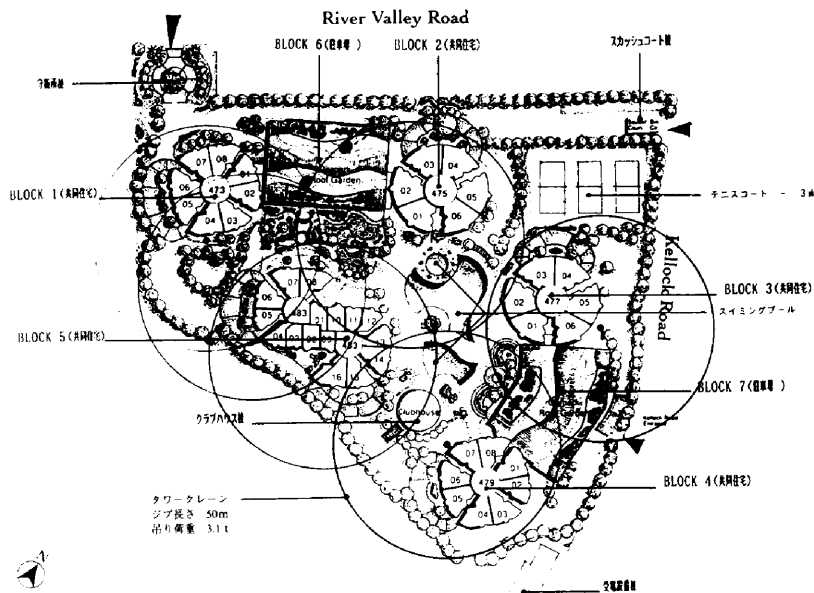
## § 1. はじめに

この建物は、シンガポールのメイン通りであるオーチャードロードから徒歩15分ほどの立地条件のよい敷地に、

\*シンガポール(営)バリーパーク(出)



図-1 バリーパークコンドミニウム外観



図一 2 配置図および揚重計画図

20階建および15階建合わせて5棟、駐車場2棟、テニスコート、スカッシュコート、スイミングプールなどの複合施設を持ち、内装では床、浴室等は大理石張り、客室には天井内に埋設されたエアコンがあるなど仕上げ、設備とも立派な高級集合住宅である。

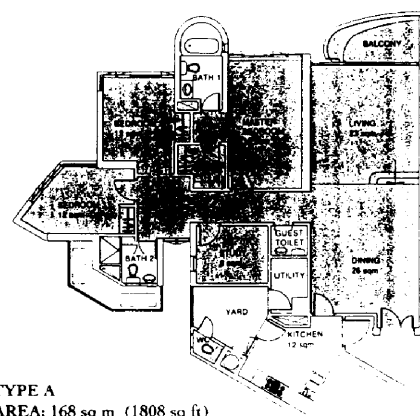
当初、施工計画にあたり、バルコニーを含めて全てを在来工法（RC造）とする予定であったが、そうした場合、曲面をもつバルコニー部の型枠、鉄筋工事が、2週間サイクルで上がっていく本体の工程に影響を及ぼす懸念があること、足場を組む必要があること、また、仕上げ段階に入った時の左官工事において、3次曲面を均一にならしていくには相当困難であることなどがあり、シンガポールという土地にも拘わらず思い切ってバルコニー部分の躯体をP C版で施工することにした。P C化の採用にあたって、モールド（型枠）の素材の検討、製作過程から軽量骨材を用いたP C版の軽量化、取付方法などさまざまな分野・方面からの検討を加えた。

ここにその内容と本P C版の品質管理・取付時における問題点、今後の検討事項について報告する。

## § 2. 工事概要

### 2-1 工事概要

工 事 名：PROPOSED VALLEY PARK CONDOMINIUM PROJECT  
 工事場所：RIVER VALLEY ROAD/KELLOCK ROAD SINGAPORE  
 発 注 者：M/S RIVER VALLEY PROPERTIES PTE LTD



TYPE A  
 AREA: 168 sq m (1808 sq ft)

図一 3 基準階住戸平面図

設 計 者：TSP ARCHITECTS & PLANNERS  
 施 工 者：西松・ラムチャン J V  
 工 期：1994年8月12日～1997年2月17日(130週間)  
 敷地面積：59,529 m<sup>2</sup>  
 建築面積：14,223 m<sup>2</sup>  
 述べ床面積：147,555 m<sup>2</sup>  
 軒 高：68.95 m  
 最高高：73.40 m  
 構 造：鉄筋コンクリート造  
 用 途：共同住宅 (728戸)  
 建物概要：(1) 共同住宅棟 全5棟  
                     20階棟—4棟  
                     15階棟—1棟  
 (2) 駐車場棟 —2棟  
 (3) クラブハウス棟  
 (4) スカッシュコート棟 (2面)  
 (5) 守衛所棟  
 (6) 変電設備棟  
 (7) その他施設

テニスコート3面  
スイミングプール

(8) 主要建物の杭工事は別途

2-2 主要材数量

(1) コンクリート 76,000 m<sup>3</sup>

① GRADE 30(N/mm<sup>2</sup>) - 59,000 m<sup>3</sup>

② GRADE 35(N/mm<sup>2</sup>) - 15,000 m<sup>3</sup>

③ その他 - 2,000 m<sup>3</sup>

(2) 型枠 - 502,000 m<sup>2</sup>

(3) 鉄筋 - 10,540 t

図-2に配置図および揚重計画図を、図-3に基準階住戸平面図を示す。

§ 3. PC版概要

3-1 PC版詳細

PC版の大きさは、最大のタイプBALIC(1R)で長さ4,015mm、幅2,094.5mm、高さ1,675mm、重さ4.4tである。壁厚は原設計では150mmであったが、トラッククレーン、タワークレーンの作業半径を広げる目的と、作業性も考慮に入れ、できるだけ軽量にするために110mmに決定した。コンクリートは約1.8m<sup>3</sup>で設計強度は35N/mm<sup>2</sup>であったが、PC版の発送ならびに取付をコンクリート打設後7日後で計画したため、PE(Professional Engineer)より材令7日で35N/mm<sup>2</sup>の強度が得られるようにという指示で、設計強度を40N/mm<sup>2</sup>とした。試験体破壊テストでは、全部の試験体で満足できる結果が得られた。

図-4に平面図、図-5に立面図A、図-6に立面図Bをそれぞれ示す。

3-2 打込み金物

- ① ジョイントA-曲げ加工鉄板 t=10mm 1ピース
- ② ジョイントB-フックボルト (溶融亜鉛メッキ処理) M24 1ピース
- ③ ジョイントC-鉄板 200×100×8 t 1ピース
- ④ 取付調節および下がり止め用ボルトのインサート M20 l=75mm 3ピース
- ⑤ 取付時引込み用フックのインサート-M20 1ピース
- ⑥ 手摺用アンカープレート-65×80 5ピース

ジョイントAの詳細を図-7にジョイントBの詳細を図-8に示す。

3-3 PC版のタイプと数量

PC版はブロックの形の違いによって4タイプあり、左右合わせて8タイプになる。それぞれの数量を表-1に示す。

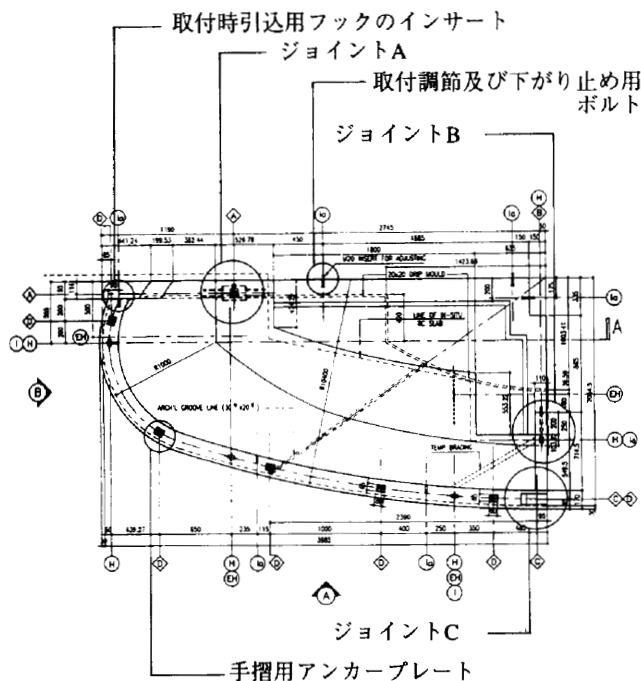


図-4 PC板平面図

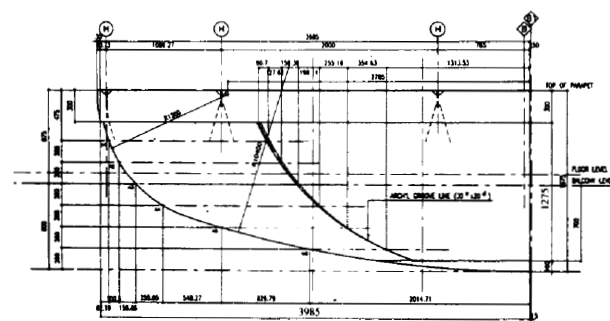


図-5 PC板立面図A

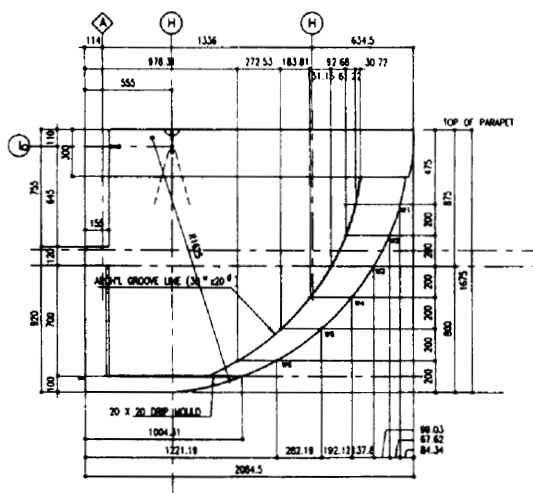


図-6 PC板立面図B

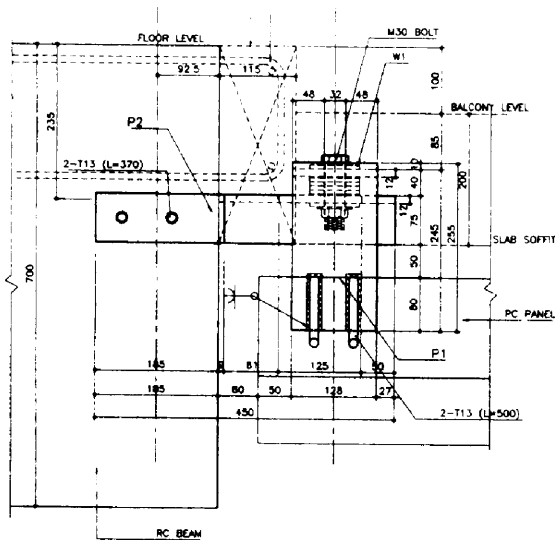


図-7 ジョイントA

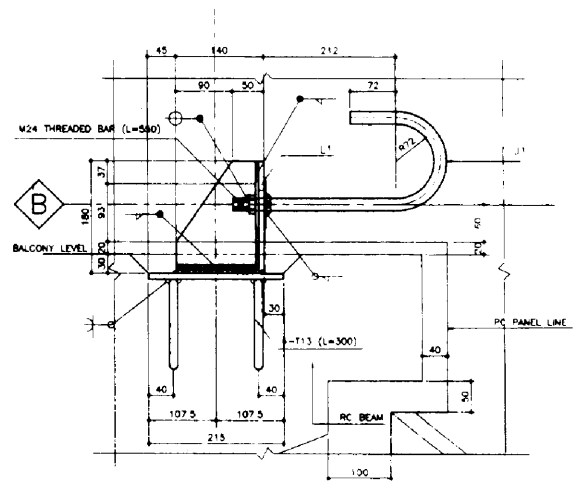


図-8 ジョイントB

表-1 PC版数量表

	Block 1	Block 2	Block 3	Block 4	Block 5	Total
BAL1L		44	44			88
BAL1R		44	44			88
BAL2L	59			59	19	137
BAL2R	59			59	19	137
BAL3L					20	20
BAL3R					20	20
BAL4					19	19
BAL5					19	19
Total	118	88	88	118	116	528

表-2 軽量コンクリートの配合

CONCRETE MIX DESIGN

Concrete Grade: G40

Target Slump: 80mm

VOLUME /m<sup>3</sup>

Water (kg)	cmt (kg)	sand (kg)	agg (kg)	mt 150 (ml)
144	410	640	604	3280

TRIAL MIX DATA

Trial Volume: 60litre

Date of Cast: 25/08/95

Sand Moisture: 3.4% (determined by Speedy)

Time of Cast: 15:20

	Water (kg)	cmt (kg)	sand (kg)	agg (kg)	mt 150 (ml)
60 litre	8.64	24.60	38.40	36.24	197
sand m/c correction	-1.31		1.31		
agg. absorption correction				9.78	
corrected weight	7.33	24.60	39.71	46.02	197

Slump Obtained: 165 mm

Cube Reference: VPTM#2

3-4 モールド

モールド（型枠）は、耐久性の点でも鉄板が望ましいが、スムーズな曲面の形状を造るには大変困難であるので、容易に造形でき、かつ硬度のある材料としてFRPを用いることにして、モーターボートなどの船型を製作する会社に依頼した。製作段階としてまず各断面における座標・寸法等のデータに基づいて試作を行い、コンクリート打設後モールドを解体し、目視により曲面部を検査した。その結果、やはり所々に凹凸が見つかったので表面をモルタルで補修し、グラスファイバーを張り込んで最終的な形を造った。また、外側のモールドはアングルフレームで固定してあるが、内側のモールドは現場で打設したスラブとの重ね継手用の差筋があるため、数ピースに分割しなければならなかった。そのため内側のモールドのセットに思ったより時間がかかり、浮かし型枠となるため壁厚を一定にする手段や中央部の断面の壁から折り返した袖壁を正確に90度に保つことなどは予想以上に難しかった。

モールドは当初4タイプ8ピース製作する予定であったが、FRP製のモールドが何回まで転用できるかが判断しきれなかったことや、モールドの製作が大幅に遅れたこともあり、工程上から結局12ピースのモールドを製作した。結果的には、約10mm厚のFRP製のモールドは、最も多いもので約60回の転用を行った。

モールド締め付け状況を写真-1に示す。

3-5 PC版の軽量化

高層階のPC版の取付において、150t以上のトラッククレーンを使用するのと、常設のタワークレーンを使うのとではコスト面でのセーブ、作業車通路および資材置場のスペース確保などタワークレーンの方が有利な点が多い。しかし、4.4tのPC版を吊り上げるには揚上作業半径が制約されるため、PC版をできるだけ軽量化する必要がある。そこで日本から輸入した軽量骨材（メサライト）を用い、材令7日での設計強度を満たすよう配合

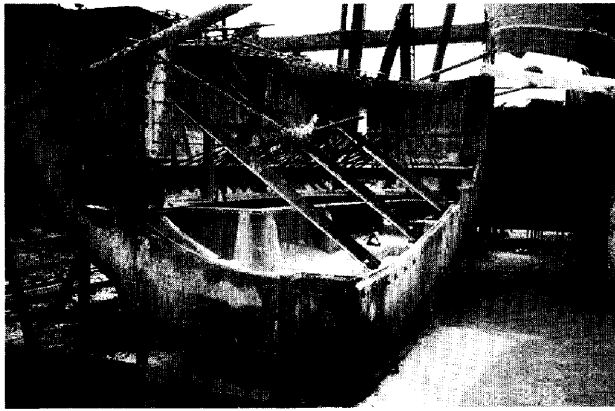


写真-1 モールド締め付け状況

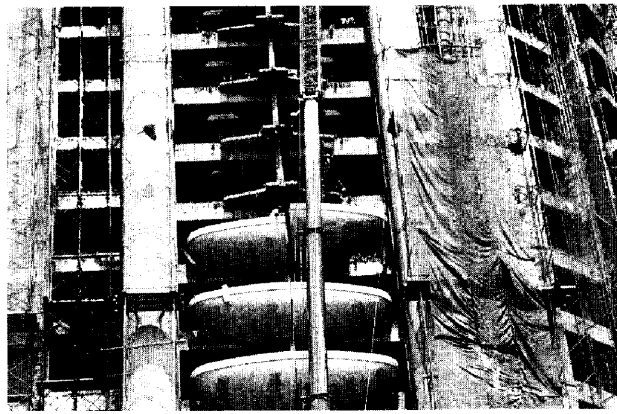


写真-2 揚上作業状況

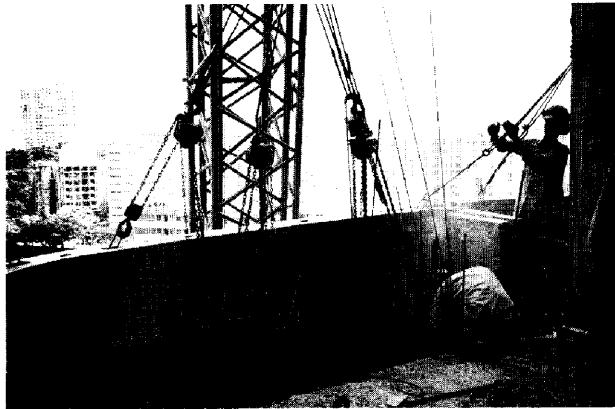


写真-3 取付作業状況

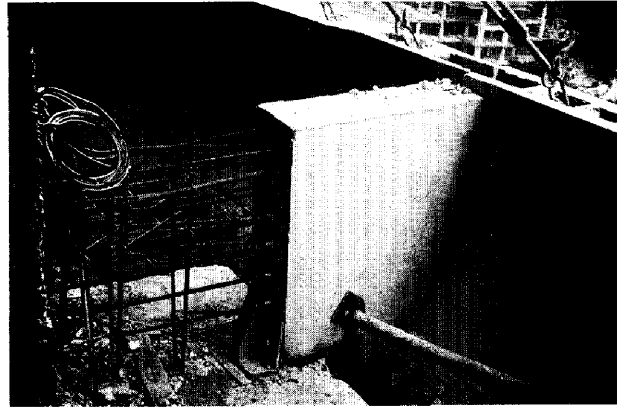


写真-4 ジョイントB

比を各種試験した結果、骨材の数量が他より少なくて済む表-2の調合を採用することにした。(表-2参照)

軽量骨材を用いたPC版は、普通骨材を用いたPC版より、1ピース当たり4.5倍増の単価となるが、重さは3.5tと0.9t(20.5%)の軽量化が実現できた。そのため50mジブ先端での揚上荷重が3.1tの常設タワークレーンの作業半径を46mまで拡大することができ、実質的には有効な結果が得られた。

## § 4. 取付概要

### 4-1 取付工程と揚重機計画

PC版の取付は工区を大きく低層階、中層階、高層階の3つに分け、作業通路と各ブロックの位置関係により多少の差違はあるが、低層階(4F~11F)は50tトラッククレーンで、中層階(12F~14F)は100tトラッククレーン、高層階(15F~19F)はタワークレーンを使用し、作業半径外の部分は150tトラッククレーンで行った。

取付人員は、1組7人でスタートし、PC版のストックを確保してから2組11人で作業を行い、当初からの遅

れを取り戻した。トラッククレーンでの揚上作業状況を写真-2に示す。

### 4-2 取付手順

PC版の取付手順およびチェック事項は、次の要領で行った。

#### 1 PC版の検査(搬入時)

- ・袖壁の垂直度
- ・ジョイントAの位置
- ・中央端部の曲線の直線度

#### 2 PC版の鉄筋と現場打設スラブの鉄筋が交差しないようあらかじめ曲げておく。

#### 3 スラブレベルの2つのフックに、2tチェーンブロック、天端の2つに3tチェーンブロックをかけ、吊った状態での微妙な調節ができるようにする。

#### 4 PC版がねじれないようガイドロープを取付ける。

#### 5 地盤面より少し吊り上げた状態で、チェーンブロックの調節により取付レベルにしておく。

#### 6 取付位置にある程度近づけたらクレーンでの調節を止め、レバーブロックでの引込みと固定をする。

#### 7 袖壁の垂直性を確認し、位置はセンターラインから15mmにセットする。片側が先に取付けてある場合は

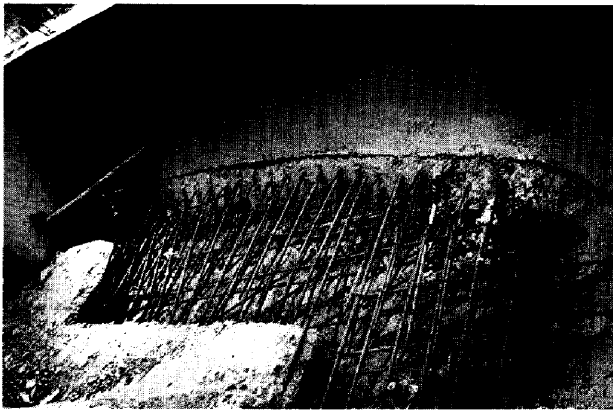


写真-5 鉄筋の継手



写真-6 BLOCK 5取付完了時全景

相互の間隔を30mmにセットする。

- ⑧ジョイントA・Bのボルトの締付けと溶接（写真-4参照）
- ⑨中央部と端部を、建物本体とターンバックルで仮固定し下がり防止する。
- ⑩チェーンブロックの取外し。
- ⑪隙間部のふさぎと相互の鉄筋の継手。（写真-5参照）
- ⑫コンクリート打設。
- ⑬7日の養生後ターンバックルの取外しと、ジョイントCの溶接。

以上の手順で作業を進めた結果、スタート当初は1つのPC版の取付けに2時間近くを要したのに対し、熟練するにしたがい、45分～1時間で取付けできるようになった。

#### 4-3 問題点

取付けに際して多くのチェックポイントがあるが、最も厳守した点は、PC版相互の間隔30mmである。それには前項の⑦で述べたような要領が要求されるが、実際には袖壁の垂直性の確認は、測定する点が垂直線上にないため大変難しく、少し正確性に欠けるものであった。

また、取付け時に問題が発生した大きな原因のひとつはPC版の均質性と線や面が一定に保てなかったことである。フラットな床等のPC版の精度と同じようにするには、モールドの改良・改善が必要とされる。

ジョイントA・ジョイントBの方法については、水平方向、垂直方向共に30mm～40mmの調節しろをとっていたが、実際には数ヶ所でジョイントプレートを切断し、再溶接したり、調節穴を広げるなどの処置を余儀なくされた。もっと調節しろに余裕を持たせるか、ジョイントの仕方を変えるなど曲面をもつPC版の難しさがわかり、種々の課題も残った。

## § 5. おわりに

今回のPC版取付けは、躯体工事をスムーズに進捗させる上で大きな成果が得られ、仕上がりの良さについても期待どおりの結果を得て、また、オーナー側からも高い評価をいただいた。

最後に施工に当り、御協力・御指導頂きました関係者各位には深く感謝の意を表す次第です。