

## 横浜駅前スカイビル PC 部分の設計と施工報告

永 田 良 夫\*  
 長 久 保 忠 夫\*  
 上 野 芳 久\*\*

### 1. はじめに

横浜駅東口開発事業の第一期工事として、駅前振興会館（スカイビル）が建設されたが、このビルにはスカイラウンジ、ヘルスクラブ、結婚式場、体育館、ポーリング場、劇場、貸店舗、プール等が計画されており、多目的ビルとしての特色を持っている。

この工事中、体育館と劇場になる吹抜け部分は、使用目的上高さ 9.4 m、スパンとしては 21.6 m と 28.8 m の 2 径間が必要となった。さらにこの上をポーリング場とするため、劇場に対する防振、防音を十分に考慮する必要が出てきた。

この部分の構造につながる構造物は RC および SRC からなる重量構造物であるので、前記の理由も加味して剛構造とする必要があるものと判断され、プレストレストコンクリート構造を採用することになった。PC を採用するに当たり、種々の工法を検討した結果、主として施工上の理由から鋼棒を使用するディビダーク工法を使用することになった。PC 構造物としては高さ 9.4 m、

スパン 21.6 m、28.8 m の 2 径間ラーメンとなり、規模としてもかなり大きな部類に入るものと思われるので、以下にその設計施工の概要を報告する（図-1）。

#### (1) 工事概要

工 事 名：横浜駅前振興会館建設工事  
 工事場所：横浜市西区高島町 2-19-13  
 用 途：劇場、体育館、ポーリング場、等  
 構 造：高さ 9.4 m、支間 21.6 m+28.8 m の PC  
         ラーメン脚部 RC（ディビダーク工法）  
 規 模：建築面積 6 023 m<sup>2</sup>（延面積 28 581 m<sup>2</sup>）  
 施 主：横浜駅前振興株式会社  
 設計施工：鹿島建設株式会社

工 期：昭和 41 年 6 月～42 年 11 月

#### (2) 設計概要

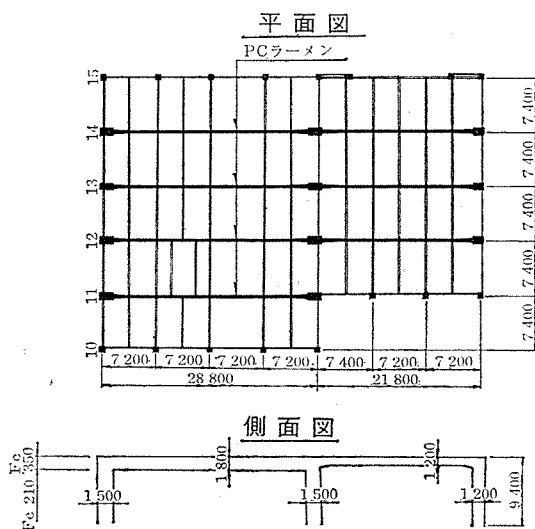
建物自体は高さ 9.4 m、支間 21.6 m+28.8 m の 2 径間ラーメン 3 個と高さ 9.4 m、支間 28.8 m の単径間ラーメン 1 個を、RC の小ばりでつなぎ合わせて構成される。したがって、PC の設計としてはこの 2 種のラーメンについて行なえばよいことになる。

ラーメンの脚部は RC とし、はり部にのみプレストレスを導入する。施工方法は、検討の結果、場所打ち一体式をとることにした。その理由としては、つぎの諸点があげられる。

- ① 工事が少なくプレファブにすると不経済になる。
- ② 設計計算上は複雑になるが、工事自体は単純なものになるから工期的に見て有利。
- ③ 型わくその他仮設材等を一般の RC、SRC 部分のものを転用できる利点が多い。
- ④ PC のはり部と脚部の RC を完全に接合するのに、簡単で適当な方法がない。

以上のような理由から場所打工法をとることとし、まず柱の部分をつくり、支保工型わくを組立て、PC ばり部と床版を一体に打設することにした。したがって、プレストレスを導入する時点では建物としてのコンクリートはすべて打設されているので、床版も当然はり部と一

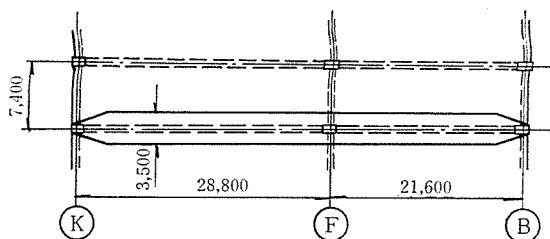
図-1



\* 鹿島建設株式会社設計部

\*\* " " 土木設計部 PC 課

図-2 有 効 幅



体になり働くことになる。この場合床版部のどれだけを有効幅と考えるかということが問題となるが、本件では、はりの間隔の約半分が有効に働くものと仮定し 図-2 のように考えることにした。

材料、許容応力等

コンクリート P C  $\sigma_{28} = 350 \text{ kg/cm}^2$   
R C  $\sigma_{28} = 210 \text{ kg/cm}^2$

P C鋼材  $\phi 33 \text{ mm } 95/120$  (ディビダーク 3種)

鉄筋 SR 24, SD 30

許容応力度

コンクリート; P C (フル プレストレス)

許容曲げ圧縮強度設計荷重時 123  $\text{kg/cm}^2$

” P S 導入時 140  $\text{kg/cm}^2$

” R C 70  $\text{kg/cm}^2$

鉄 筋 SD 30 2 000  $\text{kg/cm}^2$

SR 24 1 600 ”

P C鋼棒 P S 導入力 56 t/本

(3) 応力等について (図 3~7 参照)

ラーメンのフーチングは杭で支えられ、さらに地中ばりでつながれている。それゆえ応力計算用の系としては 図-3 に示すようにヒンジ支承(水平移動は許さない)の門形ラーメンとして扱うことにした。モーメントは 図-4~7 に示す値となる。この図を一見して気づく点は、図-6 のプレストレスによる2次モーメントがかなりの値で発生している点であろう。通常P C鋼材は外力によるモーメントを打消す方向に可能な限り偏心させて配置するものであるが、P C鋼材の配置図を見てもわかるとおり、本件では鋼材図心位置をかなり高い位置に置いている。これはプレストレスの2次モーメントを押えて全径間を通じて応力状態をバランスのとれたものにするための処置である。本件の場合では、もし径間中央の鋼材図心を下げると、2次モーメントの値が静定プレストレスモーメントとほぼ同じ値になり、プレストレスの効果が消滅する結果が生ずる。この現象はプレストレスを導入する断面の形状に起因するものであり、断面形状を変えない限り改善する余地がない。本件ではT形断面を採用しているが、T断面では当然のことながら断面の図心位置がかなり高いところにくる。したがって、静定プレスト

図-3 構 造 系

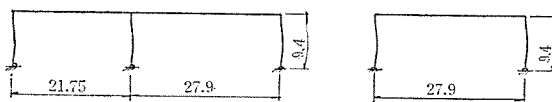


図-4 外力によるモーメント

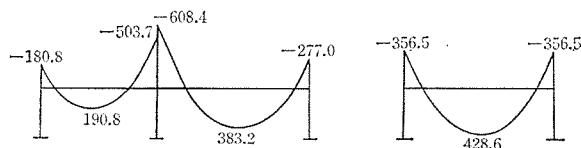


図-5 プレストレスによるモーメント (静定分)

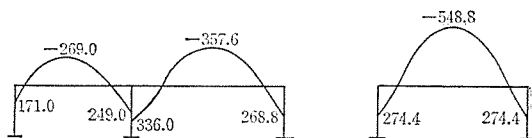


図-6 プレストレスによる2次モーメント

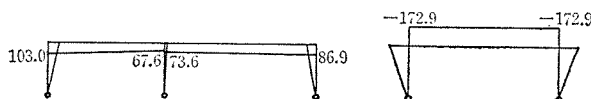
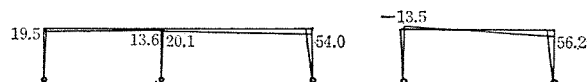


図-7 弾性短縮によるモーメント



レスモーメントの正領域と負の領域のバランスがとりにくく、2次モーメントを妥当な値におさえるためにはP C鋼材の図心位置を上げて正領域の面積を減らしてやらなければならない。こうした問題はT断面を使って不静定構造物を設計する場合に必ず遭遇するものであろう。それゆえプレストレス コンクリートとして合理的で経済的な構造物を作成するためには、断面図心の位置が極端に上下に片寄ることがない断面、すなわち箱またはウェブの下側をふくらませた断面等を選ぶべきであろう。しかし、ここで考えなくてはならない点は、本件のようにここで取上げているP Cラーメンが、建物という広範囲な使用目的を持った構造物の単なる骨組みとして使われていることと、工事全体を考えた場合にP C鋼材の合理的な使用のみが経済的な処置というものかどうかという点である。前言については、柱とはりの関係をまず考えなければならない。本件ではP Cラーメンとしては箱型断面とすべきであろうが、ラーメン脚部は建物の柱であり、この寸法は建築意匠上の制約を受ける場合が多く、これに接続するはり部の寸法もおのずと制限されることになる。

つぎにウェブの下側をふくらませる手段が考えられるが、本件のように全体の工事規模に比較してP C工事の

規模がきわめて小さい場合には、仮設資材の一般工事よりの転用性と、施工技術の難易さが工程の問題ともからんで経済面に大きく影響してくるものであり、PC鋼材の多少の増加を補なって余りがある場合すらあることに注意しなければならない。本件の設計についても、上記のような理由が大きく考慮されているものといえる。プレストレス導入による弾性短縮についても同様のことがいえる。当初計画の段階ではなんらかの手段を講じて、この弾性短縮によるモーメントを消滅させることも考えたが、検討の結果 図-7 からわかるとおり、他のモーメントと比較すると弾性短縮によるものは微小であり、経済的見地からもそのまま応力計算に組み入れた方が有利であるとの結論が得られた。

応力度に関しては特記すべきことはなく、完全なフルプレストレスにしたいという意向があったため全断面について 5 kg/cm<sup>2</sup> 程度の圧縮力を残している。耐震に関しては、日本建築学会PC指針に定められている破壊安全度を満足させている。ただラーメン隅角部の内側については正のモーメントに対する耐震用として φ32 mm の鉄筋 4 本を配置している。その他の断面では配置されているPC鋼材のみで十分耐震安全度を確保することができる。

## 2. 施工について

### (1) 施工順序

- 1) 脚柱部の施工 (RC), はり部の下つけ根まで
- 2) 支保工型わくの組立てと鉄筋PC鋼棒の組立て配置
- 3) PC部コンクリートの打設
- 4) プレストレスの導入

施工全般については通常の場所打ちコンクリート工法であり、特記すべき点はない。ただ脚部の施工については脚部とはり部の接合する点で脚部RC用の鉄筋とPC鋼材が交差するため、この部分の鉄筋配置には細心の注意を要する。

PC用のコンクリートについては十分な配慮が必要である。まずウォーカービリーチーについてであるが、生コンを使う場合のみについて考えると、運搬中のスランプの低下がコンクリート工事の成果を左右する最も大きな要素のように思われる。コンクリート全般についていえることではあるが、PCの場合には、ことさらにできる限り単位セメント量をへらした高強度のコンクリートを作ることが要求される。したがって、実際的に打設場所での程度のスランプのコンクリートとするかが大きな問題になる。

型わく内に投入し締めかためだけのことを考えれば

2~3 cm のスランプさえ確保すれば十分施工可能であるが、生コンの場合にはスランプが 5 cm をさざるとアジテータよりの排出が実用上不能になる。打設作業をスムーズに進めるためにはアジテータよりの排出性の良否とさらにホッパー等に関係を持つ取扱いを考えると、作業現場でのスランプは 6~8 cm を確保する必要がある。これに運搬中のスランプ低下を考慮しなければならない。これまでの経験によると運搬距離と気象条件にも関係するが、運搬中のスランプ低下は 5 cm 程度とみなすのが適当と思われるから、出荷時のスランプは 10~12 cm にする必要がある。本工事では、試験練りの結果 表-1 に示す配合を採用することにしたが、単位セメント量 360 kg/m<sup>3</sup> という値はPC用コンクリートとしては貧配合のものと思われたので、370 kg/cm<sup>3</sup> の配合設計も準備し現場の様子いかんで切り替える計画をしたが、実際にはその必要はなかった。

使用したコンクリートの配合

( $\sigma_{28} = 350 \text{ kg/cm}^2$ ) (表-1)

表-1

スランプ (cm)	S/A (%)	w/c (%)	w (kg)	C(早強) (kg)	S (kg)	G (kg)	混和剤
10.5	36	40	360	144	668	1200	ポゾリス No. 5

実際の強度

$$\sigma_3 = 260 \text{ kg/cm}^2 \quad \sigma_5 = 330 \text{ kg/cm}^2 \quad \sigma_7 = 370 \text{ kg/cm}^2$$

(標準養生)

$$\sigma_3 = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad \sigma_5 = 290 \text{ kg/cm}^2 \quad \sigma_7 = 340 \text{ kg/cm}^2$$

(現場養生)

実際の打設に当たってまず問題となることは、1回の打設量をどの程度にするかという点であろう。経済的な見地から見れば、できるだけ多量のものを一度に処理したいところだが、打設能力を無視した計画を立てると作業の程度が悪くなり品質の低下をまねく恐れがでてくる。本工事の場合、一度にはり 1 本を打設することにし、約 140 m<sup>3</sup> を一作業単位としたが無理なく進めることができた。打設作業そのものについては通常のPCとなんら異なる点はないが、建物の場合には床版の厚さが薄く(本件では 15 cm)、これをクラックなしに仕上げる作業にかなりの注意が必要かと思われた。比較的富配合のコンクリートを使用するためかと思われるが、打設後一時間ほど経過すると床版の表面にクラックが発生してくることがある。配合、気象状態により差はあろうが薄いスラブの場合には多少は出ることを覚悟すべきではないかと感じられる。このクラックの処理方法として最も簡単で確実な方法は、みつげ次第木ごて等を使って軽くたたいてやることである。

打設後1時間ぐらいではコンクリートはまだ生きているから労せずしてクラックをつぶすことができるし、一度つぶしておけば支保工の変位でも起らぬ限りクラックが発生する恐れはないように見受けられる。要は面倒でもこまめに注意をくばることであり、薄いコンクリートスラブを作る場合には、この処置用の人員をも計画の際に考慮すべきではないかと思われる。

(2) プレストレスの導入作業について

プレストレスの導入についてまず注意すべき点は、接続している構造物の変形を強制しないようにする点と、プレストレスを導入しようとする一連の構造物に不均等な変位を与えないようにする点であろう。前者について本件では、幅約10cmの帯状にコンクリートを打ち残しておき、PC作業の完了後これを埋めて隣接の構造物とつなぎ合わせる処置を取っている。後者について、本件の場合、4個のラーメンが横ばりで相互に結ばれているので、各ラーメンに導入されるPC鋼棒差が2本を越えないようにすることにした。参考までに全体の緊張順序を示すとつぎのようになる。

41 32 25 38	42 9 11 39	19 13 15 17	36 27 30 33
7 1 3 5	46 23 24 43	50 37 40 48	54 26 28 52
29 21 23 25	20 2 4 18	34 6 8 31	16 10 12 14
44 45	53 47 49 51	61 55 57 59	62 56 58 60
11 通り	12 通り	13 通り	14 通り

3. おわりに

最初にもふれているとおり、この工事はPC工事としてはきわめてスタンダードなものであり、特に記述しなければならない点も見当たらないが、建築用のPC構造物として規模の上でかなり大きなものであり、こうしたものが何の支障もなく完成したというところに報告の価値があるのではないかと考える。最近建築の分野でかなり積極的にPCを採用しようとしている気運が感じられるが、たしかに支間の大きな構造物が要求される場合には構造と工費的な観点からPCの検討を折り込む必要があるのではないだろうか。

建物用のPCラーメンを取扱う上に問題となる点は、ラーメン隅角部の取り扱い方ではないだろうか。平面保持の法則を適用するためにはPC鋼材の定着点からいかなる距離を必要とするかについての明確な解答の必要性をまず感じる。施工量についても規模の大きな建築物を建造するためには、当然プレキャストPC工法の検討が

写真-1 PC 鋼棒配置作業



写真-2 完成した PC ラーメン

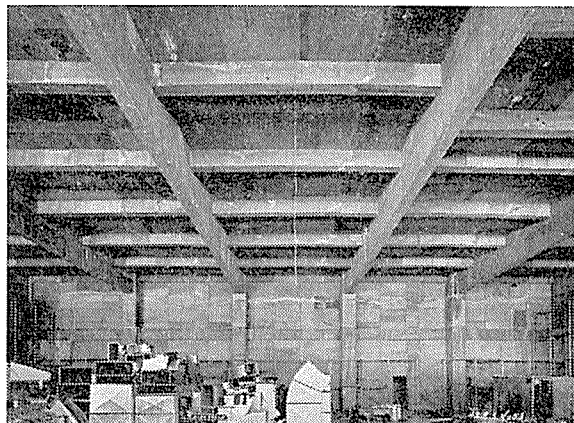


写真-3 完成した PC ラーメン



必要になろう。プレキャスト工法によるPCラーメンについての研究もかなり行なわれてはいるが、現在の段階ではまだ採用にかなりの抵抗が感じられるように思われる。PC工法の発展のためにこうした点に対する解答の一日も早い出現を期待して止まない。

1967.11.1・受付