

一宮地方総合卸売市場の構造設計と施工について

鋤 納 忠 治*
 渡 辺 誠 一**
 早 崎 登***

1. はじめに

この総合卸売市場は愛知県の昭和 47 年の卸売市場整備計画にもとづき、一宮市と市内既存市場の共同出資によるもので、愛知県尾張西北部の拠点市場として位置づけられている。その施設の概要は卸売場棟、冷蔵庫、倉庫、サービス店舗棟、関連商品売場棟、污水处理場、駐車場からなっており、敷地面積 42 502 m² である。



写真-1 全 景

さて卸売市場は従来鉄骨造がその主流であったが、近年になってプレストレストコンクリート造のものが建設され、すでに本協会誌にも報告がなされている。ここに報告するものは、屋根に HP シェル板(シルバークール)、床に DT 版などプレキャストコンクリート部材をできるだけ用い、主体構造を、場所打ち一体式 PC ラーメン構造と桁方向を比較的大スパンとしたプレキャスト PC 組立て式のラーメン架構として、プレストレストコンクリート構造の特長を最大限に生かすことを意図した卸売場棟についてである。

なお、この建物の設計は数社の指名競技設計によるもので、その結果、当社の案が採用されたものである。

2. 工事概要

名 称：地方卸売市場一宮地方総合卸売市場

* (株)伊藤建築設計事務所代表取締役
 ** " 理事
 *** " 所員

建設場所：一宮市大和町氏永字仲林 140 番の 1

建設主：一宮地方総合卸売市場(株)

設計監理：(株)伊藤建築設計事務所

施 工：清水建設、榊原建設共同企業体

PC 工事：オリエンタルコンクリート(株)

工事規模：

卸売場；延床面積 7 768 m²、PC 造一部 2 階建て

1 階 卸売場、清算センター

2 階 管理事務所、業者事務所

冷蔵庫；延床面積 219 m²、RC 造平屋建て

倉 庫；延床面積 299 m²、S 造平屋建て

サービス店舗棟；延床面積 484 m²、

RC 造二階建て

関連商品売場棟；延床面積 2 284 m²、

S 造平屋建て

污水处理場；一式 RC 造平屋建て、

処理能力 100 t/日

駐車場；収容能力 約 800 台

建設工事費：12 億 4 300 万円

工 期：昭和 54 年 12 月～昭和 56 年 1 月

(同年 3 月 15 日開場、3 月 23 日営業開始)

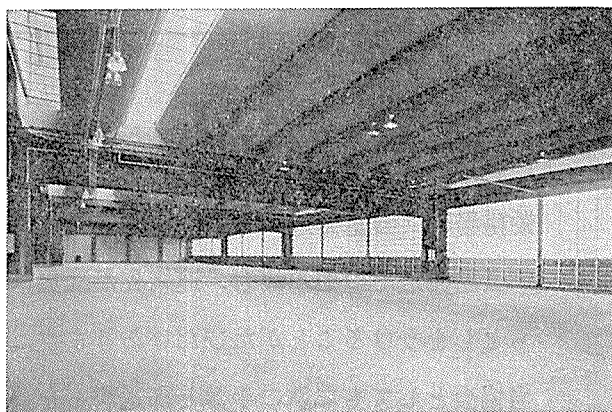


写真-2 卸売場棟内部

3. 構造計画

(1) 従来の鉄骨造の卸売市場は、鉄骨造特有の防錆という点から、建物の性質上多額のメンテナンス費を投入しているという現状をふまえ、全体の投資枠の中で

卸売場棟は、そうした面をカバーするための設計が望まれるであろう。そうした観点から卸売場棟はコンクリート系の構造物とし、鉄骨造と遜色のない機能、使いやすさ、すなわち、柱間隔の広いものとするところから出発した。そこでプレストレストコンクリート（以下 PC という）造ということになるわけだが、既存のものは、桁方向を鉄筋コンクリート造としたものが多く、柱間隔は狭いものが多い。

筆者らは、それらを一歩進めて桁行張間も大張間の PC 構造として、平面計画との兼合において 図-1 にあるように卸売場棟をスパン 24 m、桁方向 22.5 m 4 連とする。

(2) 床、屋根は、高所の仮設費を節約し、工期的にも経済的となるよう工場製品を用いることにし、卸売場屋根にコンクリート HP シェル版(シルバークール)を、床および事務所屋根にコンクリート DT 版を全面的に用いることにする。

(3) シルバークール版は、経済的に桁方向(22.5m)に架け渡し、荷重を集中化した場合に有効な場所打ち一体式 PC ラーメンで受ける。

(4) 構造形式はスパン方向を、応力の大きさから、

場所打ち一体式 PC ラーメン構造とし、桁方向を連続 PC ラーメンの力学的特性であるクリープ変形やプレストレス導入時二次応力などに対処して、大梁をプレキャスト組立てラーメン構造とする。

(5) 基礎は、地盤の関係から杭打ち地業とし、耐震的に有利な太径のもの 500φ、600φ の AC 杭を用いた独立基礎とする。

(6) スパン 24 m の地中梁は、経済性を考えて、PC タイプ梁とし水平反力をとるものとする。

4. 構造設計

4.1 設計方針

(1) 長期荷重に対して、PC 部材はすべてフルプレストレスとする。

(2) 短期地震荷重に対して、各方向とも純ラーメン構造として設計する。特に耐震設計に関しては、建築基準法および建築学会 PC 規準による終局強度設計とするのみならず、新耐震設計法に適合するものとする。

(3) 応力計算は、部材の曲げ、せん断、軸変形を考慮し DEMOS-E、FRAP-GEN による。また、不静定二次応力、クリープ変形応力、温度応力なども考慮する。

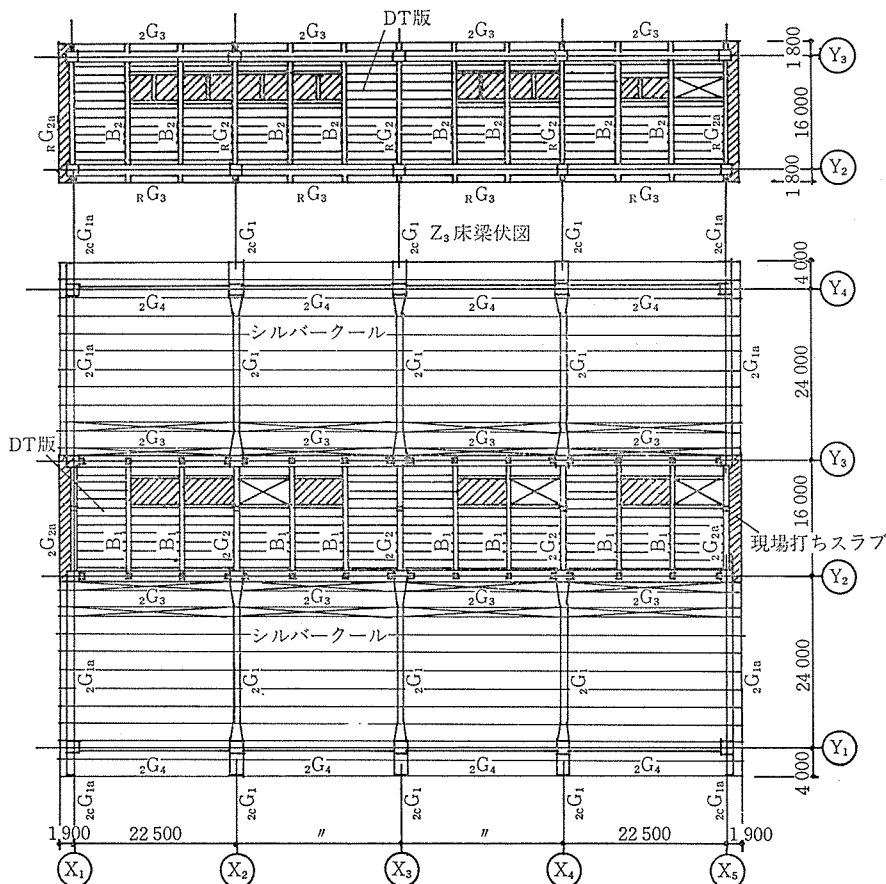
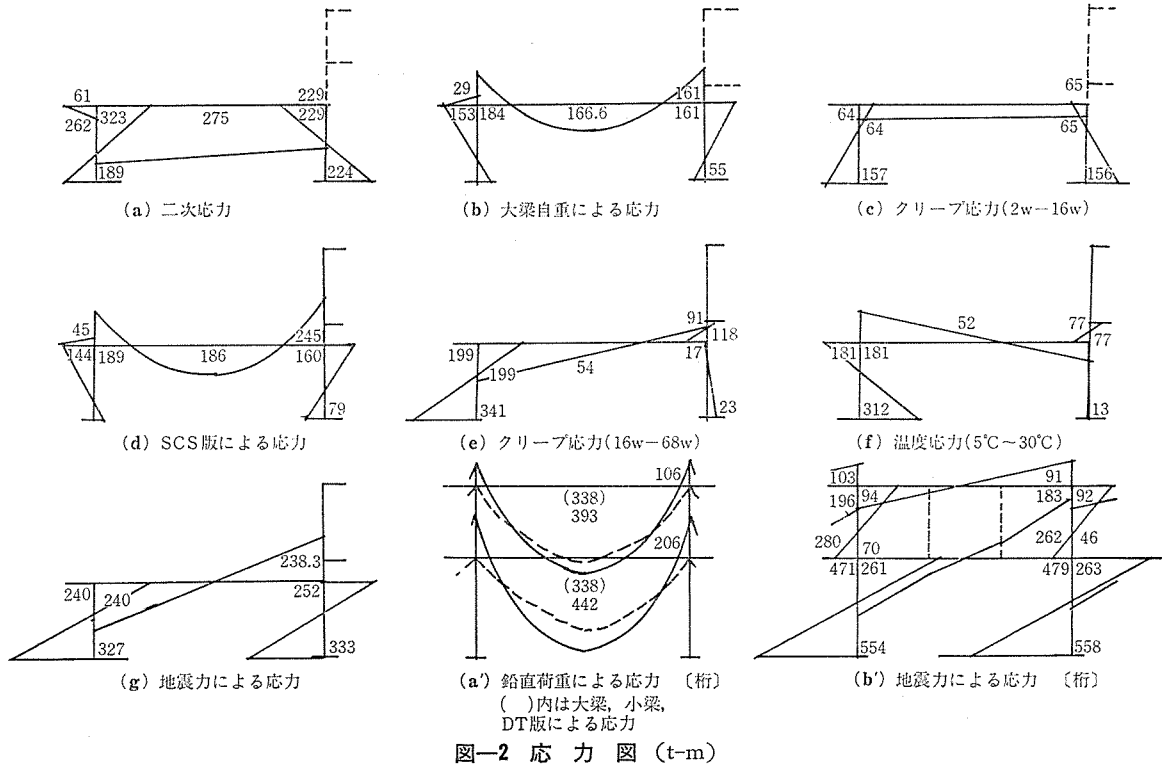


図-1 Z₂ 床梁伏図



(4) 組立て施工段階における応力を考慮する。このため、場所打ち一体式PC ラーメンの柱にはプレストレスを入れる。

(5) 地中梁で 24 m スパンは、タイビームとして設計し架構応力(水平反力)にみあうプレストレス量を入れ、その効果をはかる。

4.2 使用材料

(1) コンクリート

- ・基礎、地中梁： $F_c=240 \text{ kg/cm}^2$
- ・場所打ち一体式 PC ラーメン： $F_c=350 \text{ kg/cm}^2$
- ・プレキャスト PC 大梁，小梁，間柱： $F_c=400 \text{ kg/cm}^2$
- ・合成梁 RC 部分： $F_c=240 \text{ kg/cm}^2$
- ・目地コンクリート： $F_c=300 \text{ kg/cm}^2$
- ・DT 版： $F_c=400 \text{ kg/cm}^2$
- ・シルバークール版： $F_c=450 \text{ kg/cm}^2$

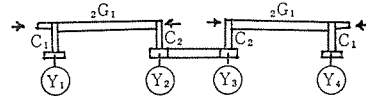
(2) PC 鋼材

- ・場所打ち PC 大梁：8-12.4 ϕ PC ストランド
- ・プレキャスト大梁，小梁，地中梁：9-9.3 ϕ PC ストランド
- ・柱，大梁接合：SBPR B種1号 95/110 26 ϕ
- ・間柱，大梁接合：SBPR B種1号 95/110 23 ϕ
- ・DT 版：10.8 ϕ PC ストランド
- ・シルバークール：SWPR 7 ϕ

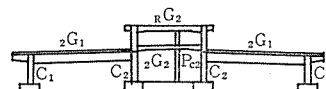
(3) 杭 材

- ・高温高圧蒸気養生プレストレス鉄筋コンクリート杭 500 ϕ および 600 ϕ

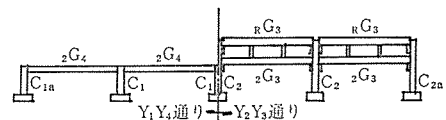
1. 場所打ち一体式PC ラーメン緊張



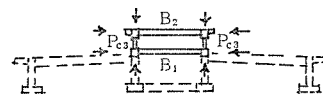
2. 現場打ちラーメン構成



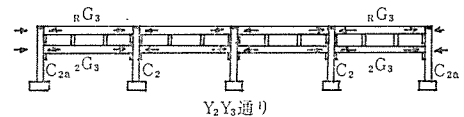
3. プレキャスト部材(桁梁, 小梁, 間柱, DT版, SCS版)架設



4. 桁梁と間柱, 桁梁と小梁との接合



5. 桁梁と柱との接合



6. タイビーム緊張



7. 桁梁(2階)を合成梁とする

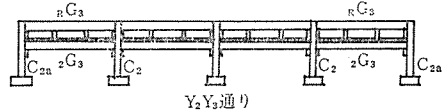


図-3 施工順序

4.3 組立て部材の接合

(1) 大梁と柱

2階梁および屋階梁とも PC 鋼棒 26φ 8本で目地コンクリート打設後、緊結する。2階梁は、地震応力との

兼合から、場所打ち鉄筋コンクリートとの合成梁とする。このため梁上端鉄筋は柱へのアンカー鉄筋と接合され、一体化するものとする。

屋階梁も PC 鋼棒のみならず、梁鉄筋を柱へアンカー

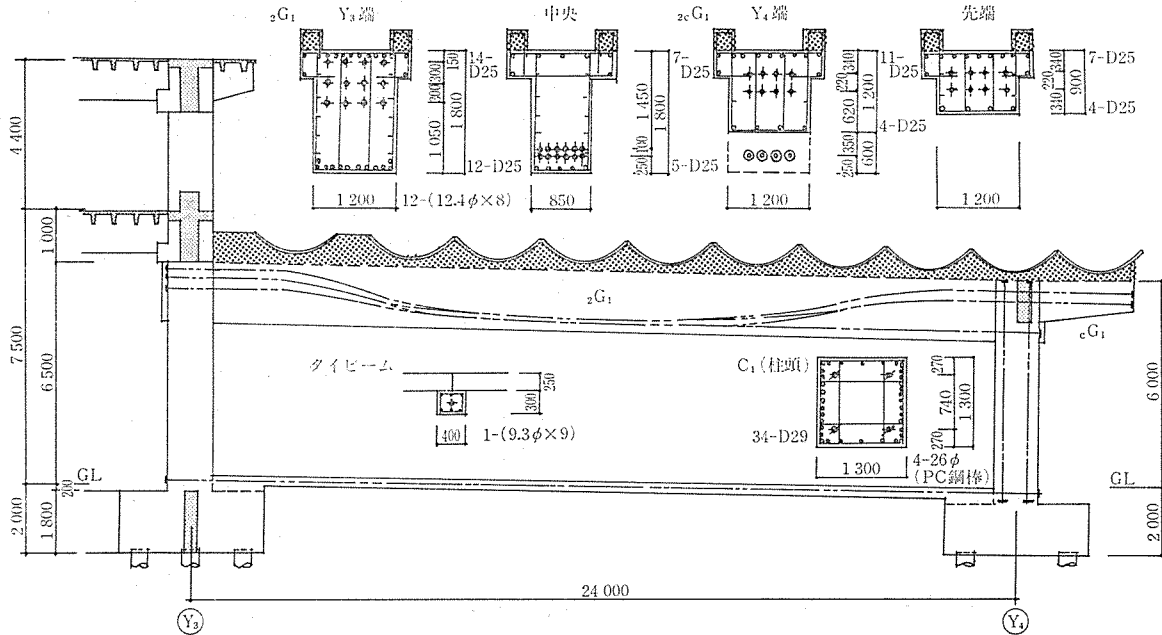


図-4 X₂~X₄ 通り場所打ち PC ラーメン図

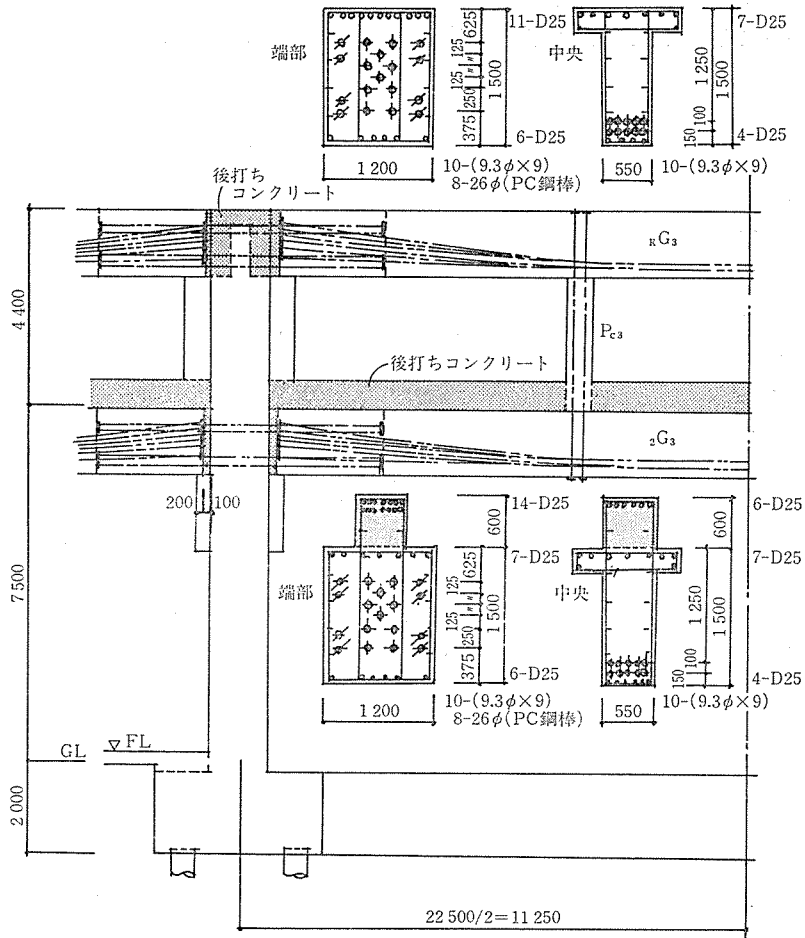


図-5 Y₂~Y₃ 通り組立て PC ラーメン図

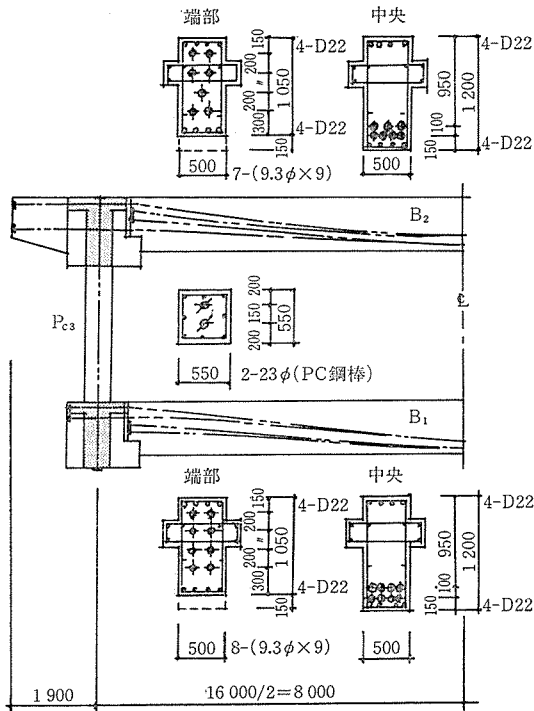


図-6 大梁、小梁、間柱組立て図

しコンクリート打ちとする。すなわち、単なる PC 鋼棒による圧着接合とするだけでなく、梁鉄筋を柱にアンカーするディテールを用いることにより、より安全性を高める工法をとったのが本設計の特徴である。

(2) 大梁と小梁

小梁の PC ケーブルのうち 4 本を大梁と小梁の接合に用いる。小梁を単純支持の状態ですべて DT 版を架設、目地コンクリート詰め後、PC ケーブルを緊張し大梁と小梁を接合する。特に屋階大梁からのはね出し梁 ($l=1.8\text{m}$) とこの小梁を接合するためにこの工法を用いる。

(3) 小梁と DT 版

小梁にあらかじめ用意された金物と DT 版に設けた金物とをプレートを通して溶接する。DT 版もまた同じ方法とする。

(4) 目地コンクリートは膨張性のものを用いることとする。

5. 施工について

(1) 部材製作

本工事は敷地面積が広く、施工用の機械置場、製作ヤードなどは非常に恵まれた条件のもとにあった。

構造計画で述べたように、施工は、場所打ち一体式ラーメン架構と現場ヤードで製作するプレキャスト部材（桁大梁等、小梁、間柱）および工場製品である DT 版シルバークール版にわけられる。

現場打ち PC 架構は単独にそれぞれステージを組み、仮枠、鉄筋組立て、PC 鋼材の配置と一般的なものである。

現場製作のプレキャスト、小梁、つなぎ梁、間柱は西側の製作ヤードで製作する。一方、大梁は二階梁約 68 t、屋上階梁約 92 t と重いこともあり、部材の小運搬を行わず、直ちにトラッククレーンで吊り上げられるように、架構の脚部近くで製作することとした（図-7）。

(2) コンクリート打設計画

コンクリートは配合計画書にもとづき、試し練りを行い施工性と強度の発現を確かめてから、実際の施工に移るものとした。コンクリートの設計スランプは、場所打ち一体式 PC 架構を 10 cm、プレキャスト材を 8 cm とし、打設直前にスランプ増進材を混入することにより、それ

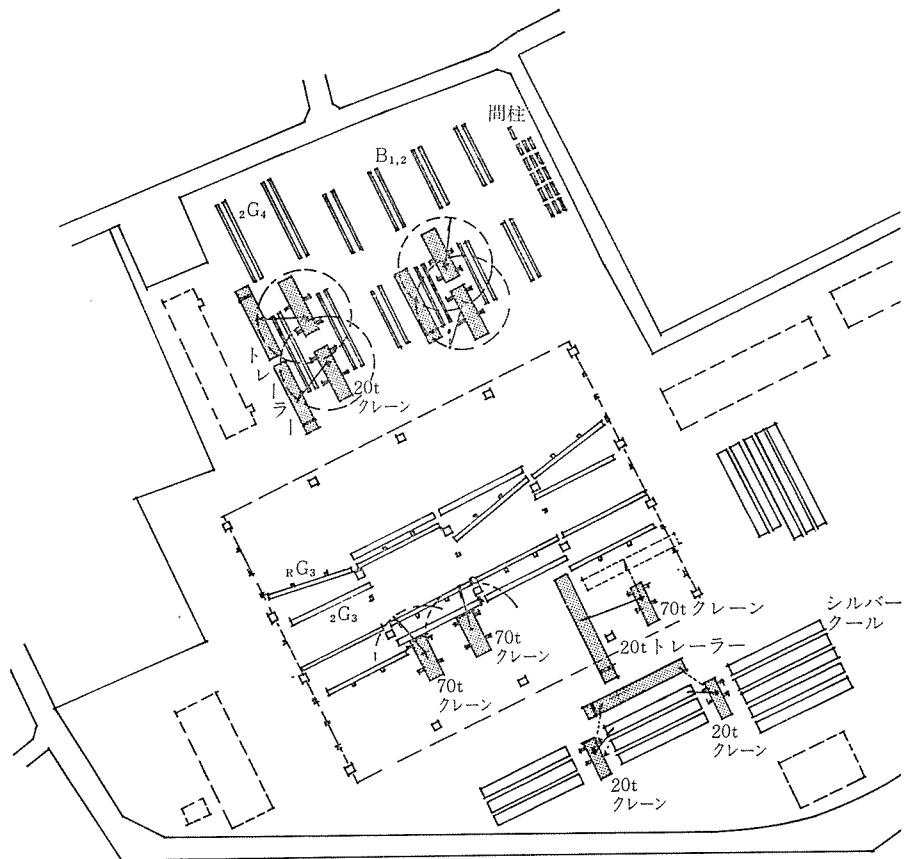


図-7 架設計画図

ぞれ、18 cm, 12 cm となるようにして、打設、締固めを充分に行った。

なおコンクリートのテストピースは、現場空中養生と標準水中養生をもって、強度管理を行う。

(3) プレストレスの導入と管理

PC ケーブルの定着は OBC 工法を用い、施工計画書にもとづき確実にプレストレスを導入する。プレストレス導入時のコンクリートの強度は、安全をみて、現場養生で 300 kg/cm^2 を確認してから行う。なお、場所打ち PC ラーメンでは、プレストレス導入時、大梁の端部・中央各上下、柱の柱頭脚各内外に埋込み型のひずみ計を

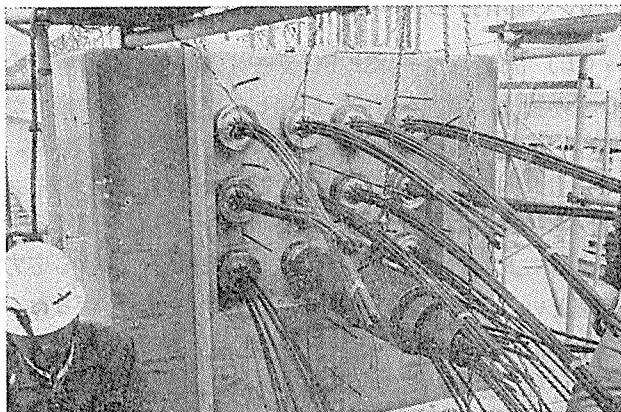


写真-3 G₁ 梁緊張

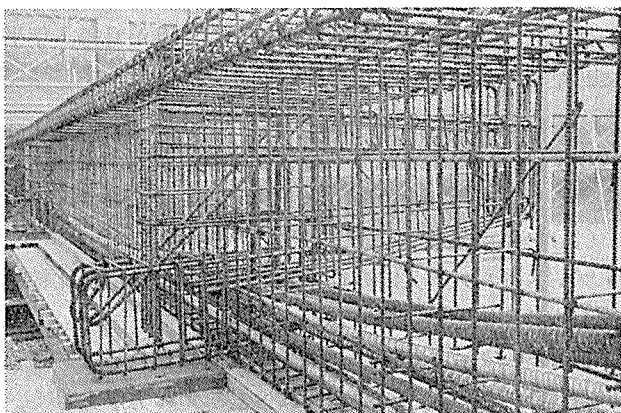


写真-4 G₂ 配筋

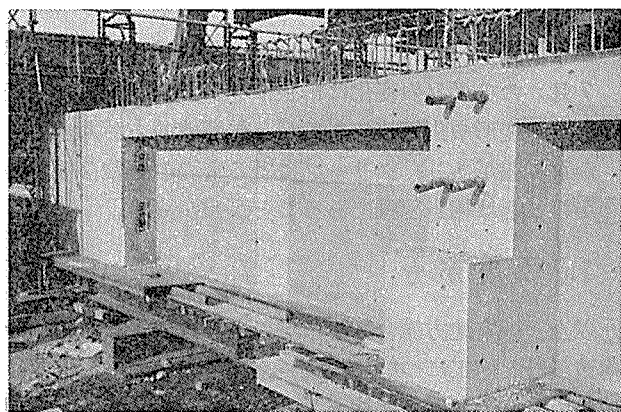


写真-5 G₃ 大梁

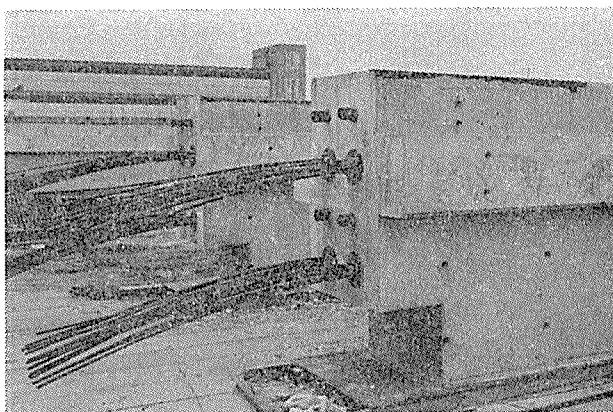


写真-6 B₁ 小梁

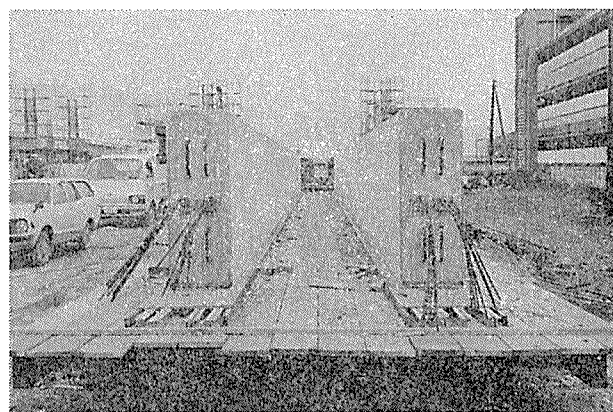


写真-7 G₄ つなぎ梁

設置し、プレストレス導入時に、そのひずみを測定し、プレストレスの導入管理と計算値との対応を検討する。

(4) 揚重計画

要点は大型部材であることから次の四点に留意した。

- ① 重機の移動計画
- ② 台付け固定金具
- ③ 梁のセッティング
- ④ 屋根梁の転倒防止

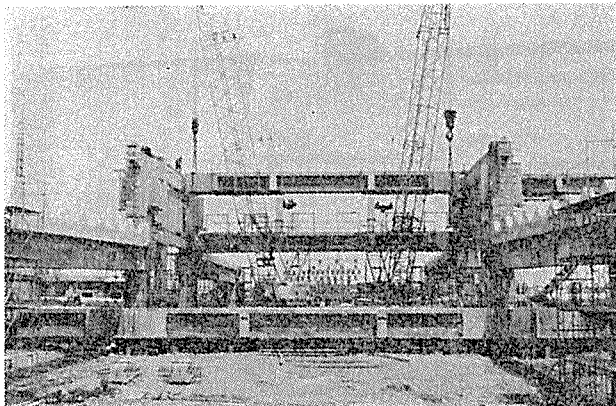
①は小運搬用トレーラーと吊上げ重機との関係であり、②は部材架設時における転倒、落下防止のためのテンポラリーな固定である。

③は大型部材の製作精度と架設精度、特に現場打ち柱とプレキャスト大梁を PC 鋼棒の貫通により緊結するための柱と大梁のシース孔の架設精度である。

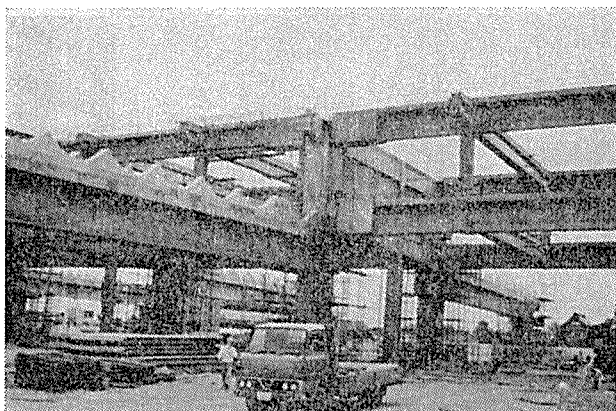
④は屋根大梁からのキャンチレバー小梁を一体に製作することにより、部材の重心が偏心し、不安定となるが、部材製作の容易性と、仮設の省力化のため、あえてこの工法としたのであるが、この転倒防止に対処するものである。

(5) プレキャスト材の組立て

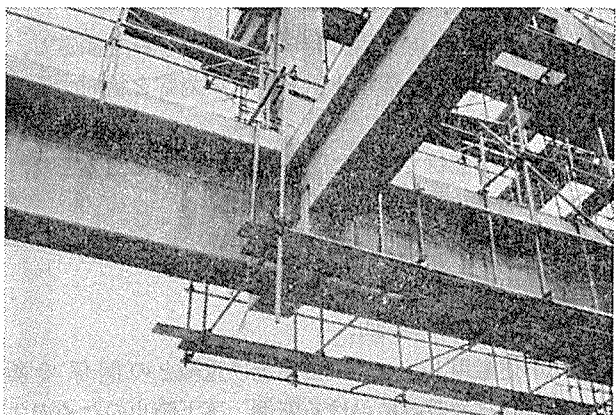
桁大梁の吊込みは、写真-8 に示すように、P & H 9185-TC (作業半径 8 m で 51.5 t 吊り) 2 台で共吊り



写真—8 プレキャスト大梁架設状況



写真—9 プレキャスト大梁、小梁架設完了



写真—10 プレキャスト大梁、小梁、間柱ディテール



写真—11 屋上階大梁と小梁、はね出し梁の緊張接合

で架設した。続いて間柱、小梁と架設し、DT版、シルバークールの架設と順次行った。

架設の施工日数は大梁、間柱各 16 台を 8 日間、小梁 16 台を 3 日間、DT版 288 枚を 6 日間、シルバークール 80 枚を 9 日間で架設した。なお重機 P & H 9185 延べ 28 台、45 t 吊り延べ 13 台、トレーラー延べ 8 日を要した。

なお部材製作精度もほぼ期待したものとなり、組立て時において、柱と大梁の PC 鋼棒の貫通、大梁と間柱、小梁など大幅な手直しをすることなく、施工された。

6. 場所打ち PC ラーメンのひずみ測定

(1) 筆者らは一体式 PC ラーメン (スラブ付き) のひずみ特性に類するものを研究しているが、その幾つかについては本協会の研究発表会において報告してきた。

一方、本工事のラーメンは柱と梁のみで、いわゆるスラブと一体式になったものではない。しかし今回は、大型フレームと応力の大きさ、かつ施工段階における応力管理という意味から、ひずみとたわみの測定を行った。ひずみ計はコンクリート埋込み型 (協和電業製 Bs-8 A) を用い柱、梁面から 500 mm の位置および中央で、コンクリート面より 70 mm のところに設置した。

(2) 測定段階等は、図—8 に示すように、プレストレス導入段階毎、かつ載荷段階および約 6 か月毎 1 年半にわたって、架構の応力変化 (クリープ、夏・冬の温度変化によるもの) を調査した。

ひずみの測定は外気温の影響をさけるため、比較的安定する早朝に行った。

(3) 測定結果を要約すれば、

- ・プレストレス導入時のひずみは、柱頭、大梁は比較的良好計算値とあっている。
- ・シルバークール載荷時 (プレストレス導入後 14 週経過) は、載荷直前のひずみ値は計算値の方が大きく、載荷後のひずみ変化量は柱頭、大梁でほとんどよく一致をみた。
- ・以後、緊張後 42 週 (56 年 1 月)、緊張後 68 週 (56 年 7 月) のひずみの変化は、主にクリープ変形、温度差による変形の集積値であるが、計算値の方が大きく、かなり差があり、クリープによるものの正確な値をつかむことは相当困難であることがわかった。

7. あとがき

以上、一宮地方総合卸売市場の PC 構造による建物の構造設計と施工についての概要を述べてきたが、本建物において、大スパン架構を X 方向、Y 方向共 PC で行う場合の一手法、場所打ち PC ラーメンと組立て PC ラー

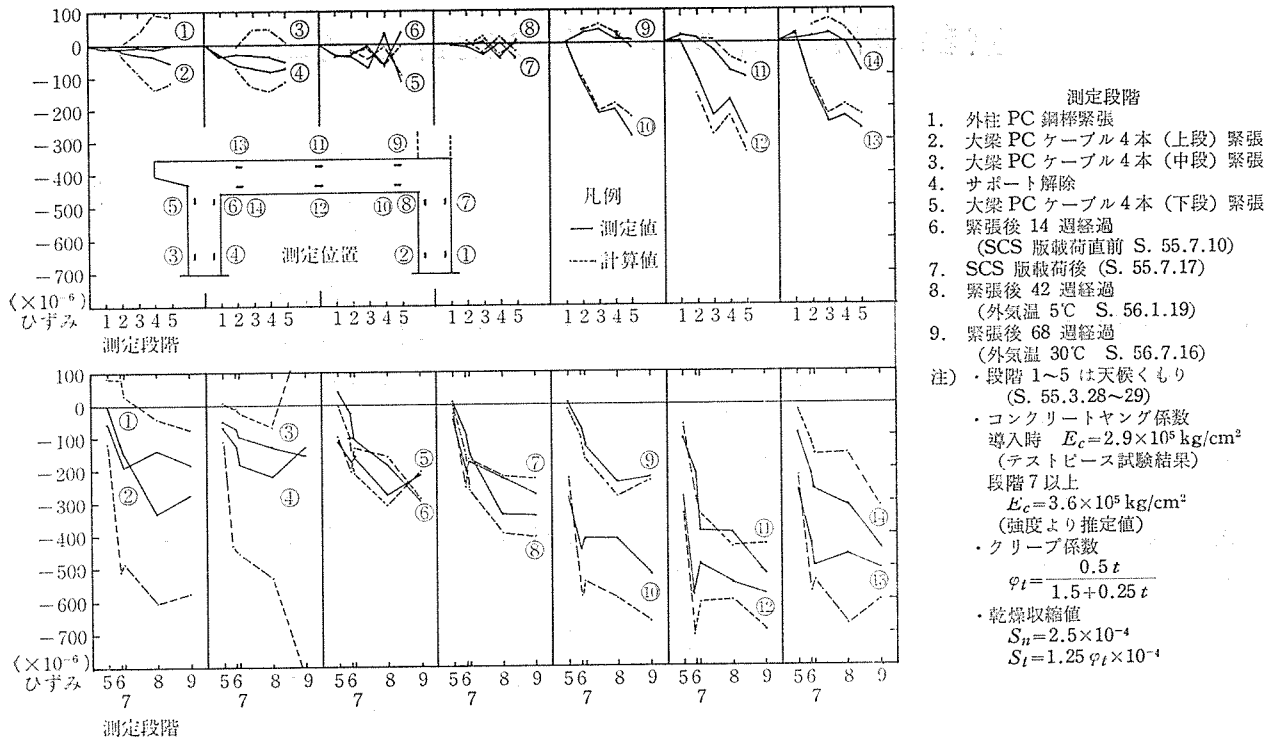


図-8 ひずみの測定値と計算値の比較

メンの適用，合成梁，特に組立てラーメンの柱と梁の接合への工夫などを試みたが，さらに新しい工法など提案が望まれるであろう。先輩各位の御教示をお願いする次第である。また，筆者らは，本架構応力の経年変化を経続して測定を行っており，架構のクリープ変形，温度応

力等の解析と計算規準等による諸係数を用いた計算値との対応について，詳しくは別の機会にゆずりたい。

なお，本工事に関係された方々，ならびに実施設計にあたり御助言を承った京都大学名誉教授坂静雄博士に対して心より感謝の意を表します。

- 測定段階
1. 外柱 PC 鋼棒緊張
 2. 大梁 PC ケーブル 4 本 (上段) 緊張
 3. 大梁 PC ケーブル 4 本 (中段) 緊張
 4. サポート解除
 5. 大梁 PC ケーブル 4 本 (下段) 緊張
 6. 緊張後 14 週経過 (SCS 版載荷直前 S. 55.7.10)
 7. SCS 版載荷後 (S. 55.7.17)
 8. 緊張後 42 週経過 (外気温 5°C S. 56.1.19)
 9. 緊張後 68 週経過 (外気温 30°C S. 56.7.16)
- 注) ・段階 1~5 は天候くもり (S. 55.3.28~29)
 ・コンクリートヤング係数 導入時 $E_c=2.9 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ (テストピース試験結果)
 段階 7 以上 $E_c=3.6 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ (強度より推定値)
 ・クリープ係数 $\varphi_t = \frac{0.5t}{1.5+0.25t}$
 ・乾燥収縮値 $S_n=2.5 \times 10^{-4}$
 $S_l=1.25 \varphi_t \times 10^{-4}$

◀新刊図書案内▶

プレストレストコンクリート構造物設計図集 (第2集)

本書は協会設立 20 周年行事の一環として，前回発行した設計図集の様式にならい編集した，その第2集である。協会誌第 10 巻より 21 巻に亘る巻末折込付図を主体とし，写真ならびに説明を付し，その他参考になる PC 構造物についてとりまとめた設計図集で，PC 技術者の座右に備え付けるべき格好の資料と考えます。

希望者は代金 (現金為替または郵便振替 東京 7-62774) を添え，下記宛お申し込みください。

体 裁 : B5 判 224 頁
 定 価 : 9,000 円 (会員特価 7,000 円) 送 料 : 1,000 円
 内 容 : PC 橋梁 (道路および鉄道) 74 件, PC 建築構造物 25 件, その他タンクおよび舗装等 10 件
 申 込 先 : (社) プレストレストコンクリート技術協会
 〒102 東京都千代田区麴町 1-10-15 (紀の国やビル) 電話 03 (261) 9151