

特集

P C 建 築

東京貨物ターミナル駅複合施設の構造設計

後藤 寿之*1・保坂 時雄*2・町田 重美*3・木下 憲明*4

1. はじめに

1987年、国鉄は民営化が行われ、鉄道輸送部門は6旅客会社と1貨物会社に分割された。

従来、国鉄赤字の主要因と言われた貨物部門は、その後5年間、ほぼ順調に黒字経営を続けている。これには、改革に際しての諸施策の効果は勿論であるが、今日の物流が、諸交通機関の対抗の場としてより、むしろそれぞれの特性を活かして補完、協調し合うことで成り立っているという時代の変化が大きく寄与している。鉄道はコンテナ輸送の伸びが著しく、中長距離の分野で特性を發揮し、拠点間は鉄道、両端は自動車で、という協調パターンが、両輸送機関の望むところとなっている。

今回、建設中の施設は、全国ネットの貨物鉄道の中央部にあり、全社中最大の貨物扱い量を受け持っている東京貨物ターミナル（品川区・八潮）において、鉄道と自動車輸送の新しい結節点を目指した立体物流ビル群である。

この施設の中で、鉄道と自動車、それぞれで集められた貨物が仕分けられ、一時的保管、値付けなどいわゆる流通加工の作業を受けるものも含めて、次の目的地へ送り出されてゆく。

本施設は、これまでの単純な配送センター、倉庫などの概念より、さらに複雑に一歩進んだ施設を指向している。

ビルの内外は重量物が動き、巨大な自動仕分け装置が

入る、大スパンで高い階高、耐久性に富み、メンテナンスが容易な建物をローコストでしかも短期間で完成したい。

さらに、世評の3K（汚い、きつい、危険）的イメージの物流基地から脱却すべくデザイン上も優れたものにした希望をもって取り組んでいる。

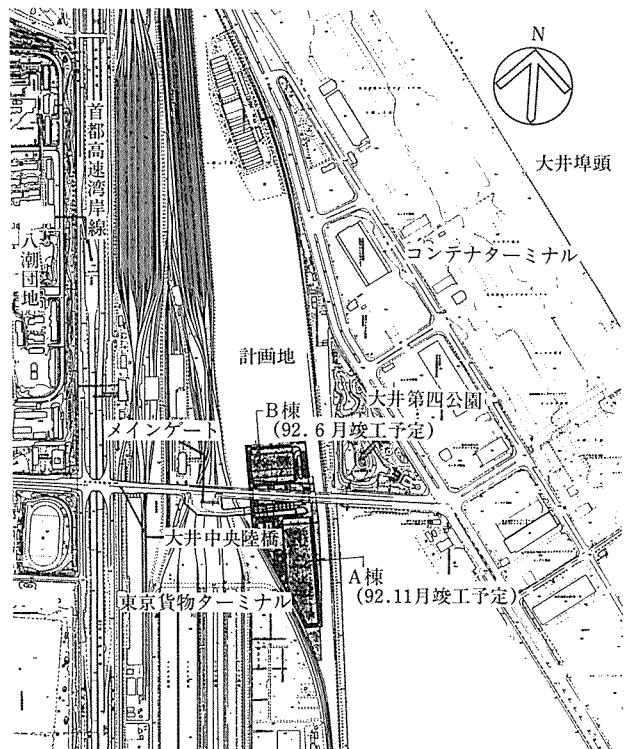


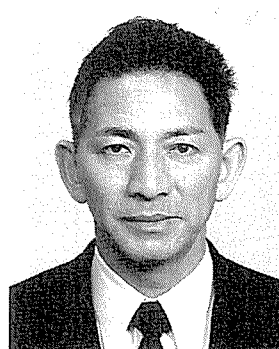
図-1 配置図



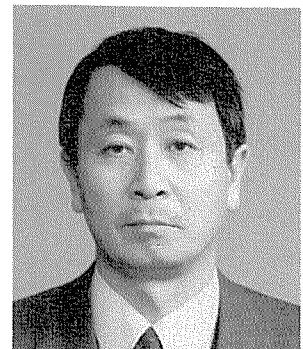
*1 Toshiyuki GOTO
日本貨物鉄道（株）
常務取締役



*2 Tokio HOSAKA
日本貨物鉄道（株）
開発部建築課長



*3 Shigemichi MACHIDA
（株）東京建築研究所
取締役副社長



*4 Noriaki KINOSHITA
（株）東京建築研究所
構造課長

これら欲張った機能上の要求を東京湾の埋立て地に実現するために、特に構造計画では、さまざまな検討を行った。

今回の計画位置は、図-1に示すような広大な敷地であるため、全体の配置計画では、①大型車が安全かつ円滑に走行できること、②1階において多くの大型車バースが確保できること、③個々の建物が全体建物計画に融合することを条件に動線計画に留意している。

全体の構造計画では、コスト把握ができにくく、構造形式の選択には苦慮した。

本工事は目下、昨秋末の台風、今冬の雪、地震にもかかわらず、建設工事は着々と進んでおり、今秋には2棟が完成する予定である。

2. 複合施設の構造計画

2.1 全体計画

本建物の計画・設計は、今から約4年前(1988年)から始めた。当時は、日本経済が高景気で設備投資の拡大の時期であった。

その頃、都市を中心に、建物は規模の拡大化、インテリジェント化等のグレードアップ化が進み、建設コストが高騰し、工事費の把握が非常に困難な時期だった。そのうえ建設業も3Kということで敬遠されるようになり、建設労働者が集まりにくくなっていた。さらに型枠大工、鉄筋工等現場熟練工の不足、そして技術レベルの低下が進んでいた。その状況は、特に首都圏でひどくなっていた。

このような条件の中で、本建物の構造形式を選択するに当たって配慮したポイントは、①コスト、②工期、③施工性であった。

比較対象にした構造は、鉄筋コンクリート造(RC造)、鉄骨造(S造)、鉄骨鉄筋コンクリート造(SRC造)、プレキャスト鉄筋コンクリート造(PCaRC造)、場所打ちプレストレストコンクリート造(PC造)、プレキャストプレストレストコンクリート造(PCaPC造)を考えたが、結果はSRC造とPCaPC造の2案が残り、最終的には工期と施工性の面でPCaPC造の方を優れていると判断した。

しかしこの工法は、我が国では、これだけの大規模な実施例はなく、もし実現すれば、初めての経験といえることになる。そこで構造計画上で問題にした点について以下に述べることにする。

◇構造計画上で問題にしたこと

本建物は、A棟が約68,000m²、B棟が約42,000m²と大規模で、構造上では、①建物の高さ、②建物の構造スパン、③積載荷重、④荷捌きに必要な階高の所に事務所フロアをスキップに設けること、⑤基礎構造、⑥その

他への考察が必要であった。

- ① 建物の高さについては、現在の行政上での取扱いがコンクリート系の構造については制約が多く、一般のプレキャストRC造の場合には、軒高20m以下に制限され、PCaPC造では接合部を圧着工法にした場合のみ、軒高31mまでは、評価を省略できるということになっている。今回は31m限度いっぱいPCaPC造を採用することとした。ただし接合部の圧着工法については、安全性についての確認をしたために実験を行った。
- ② 建物の構造とスパンについては、A棟が当初は使用上からスパン12mということでSRC造で計画し、B棟はスパン8.2mで、全体のバランスからもPCaPC造に適しているということで当初からPCaPC造で計画した。A棟のSRC造は、鉄骨の製作費の高騰と型枠大工の不足よりコンクリート打設の工程が組めない事情から工期の把握が無理な状況にあり、PCaPC造に変更することにした。
- ③ 積載荷重については、平均約1t/m²という荷重条件があり、その他に建物内に11t車と4t車がいることになった。また屋上は、乗用車および小型貨物車の駐車場にするとということになり、特に床に対しては動荷重の検討が必要になった。
- ④ 建物全体の主要部分は、荷捌き場ということで、階高も4~6mと高く、その中の一部に事務所を併設したいということで、全体の構造に影響しない方法で各階の中間に床を設けることにした。
- ⑤ 基礎構造は、この辺一帯が約35年前の埋立地で、あまり地盤が良くないため、基礎構造の選択は周辺の環境も含めて、場所打ちコンクリート杭と既製杭の比較を行った結果、既製杭の大口徑杭を採用することにした。
- ⑥ その他実験計画について

接合部の安全性を確認するために実験を計画し実施した。その実験の概要を示す。

本実験の目的は、実施設計した建物に近い応力状態で架構の構造性能を確認し、さらにスラブの効果に関する設計資料を得ることで、主要な検討内容は、①スラブを含めた柱・梁接合部の耐震性能の把握、②曲げせん断応力状態における梁圧着部の力学的性状の把握、③曲げに関するスラブの協力幅の把握、④曲げおよびせん断に及ぼすスラブの効果の把握、の4項目である。

試験体の形状・寸法は図-2~図-4に示してあるが、実施設計建物の代表的な柱・梁接合部を取り出したものであり、縮尺は実物の約1/3とした。なお、実験は大成建設技術研究所で行った。

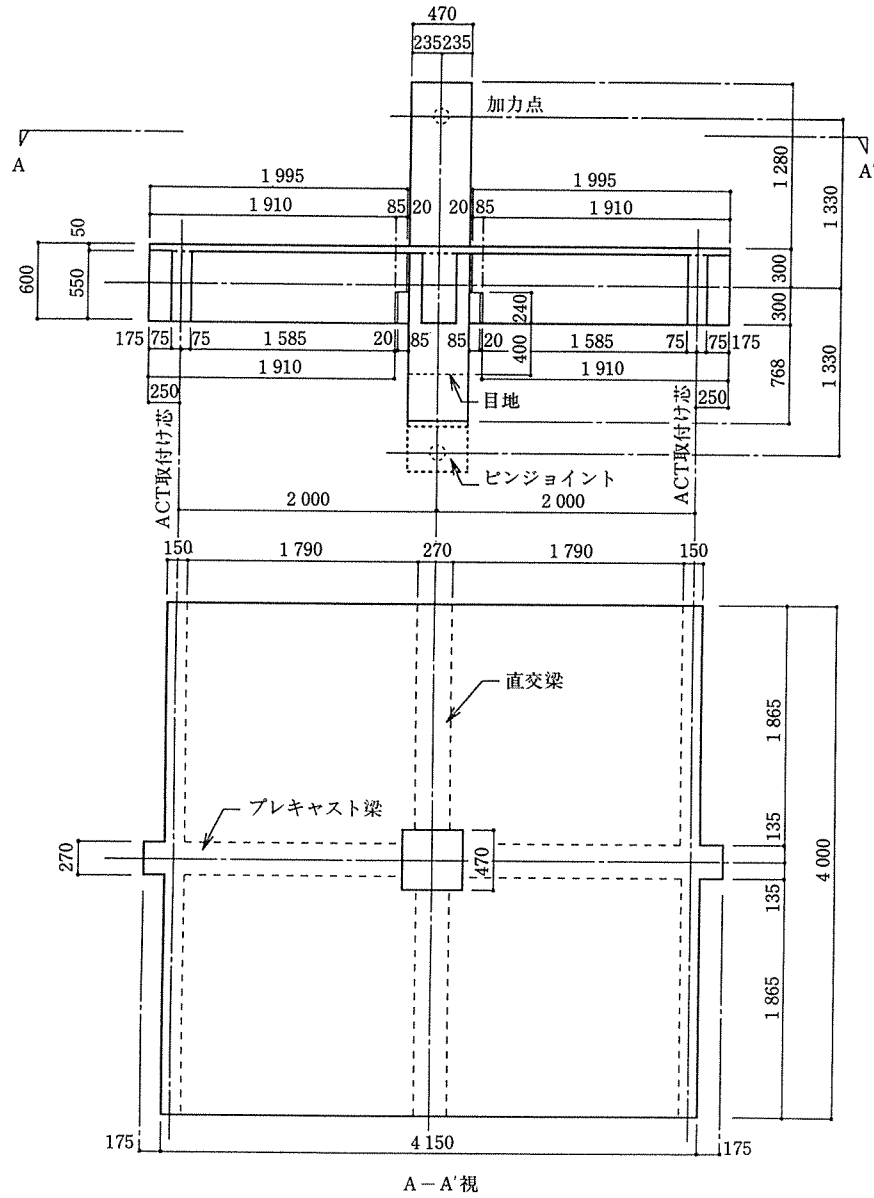


図-2 試験体の形状および寸法 (No. 1)

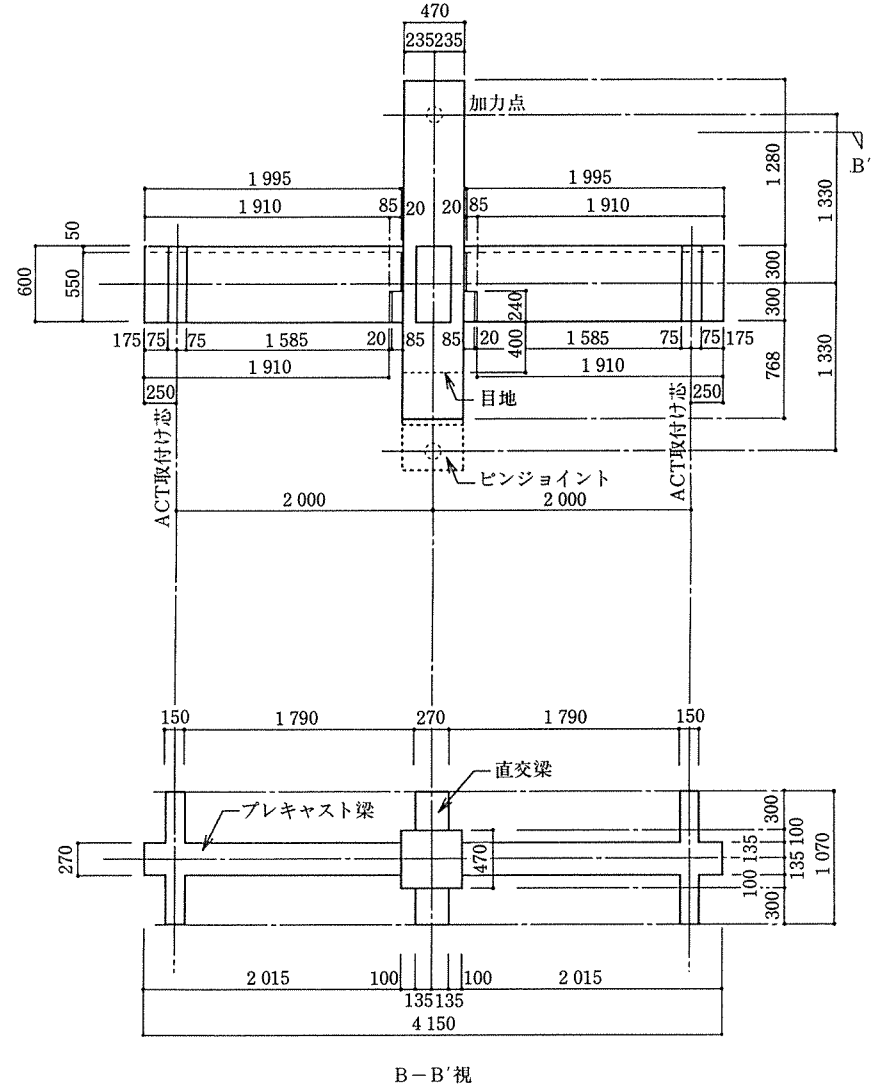


図-3 試験体の形状および寸法 (No. 2)

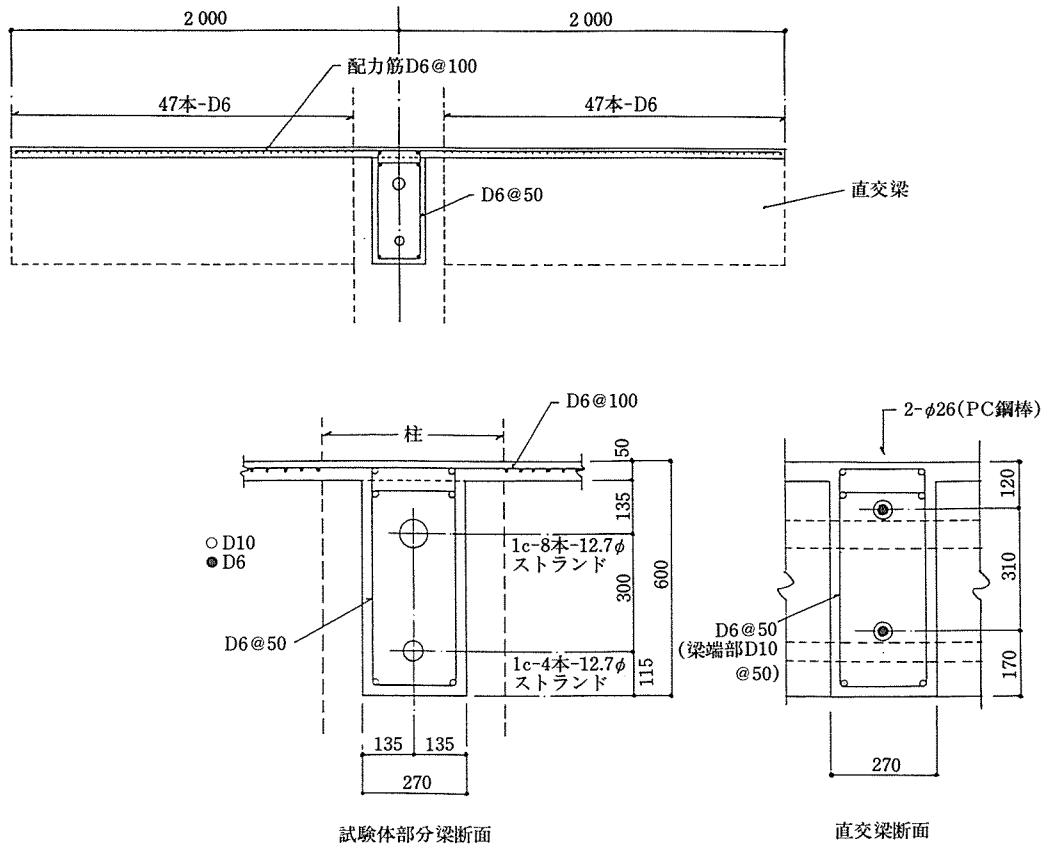


図-4 プレキャスト梁および直交梁断面の配筋

実験結果については、別途紹介したいと思っている。

2.2 基礎構造

(1) 地盤の概要

本施設の建設地盤は、表層から埋土、沖積層（有楽町層）、洪積層（上部東京層、東京礫層）の各層からなっている。土質はシルト、砂混りシルトおよび部分的に薄い砂層を含んでいる。地下水位はG.L-1.2 m ぐらいの所であって、地盤は飽和地盤である。また、G.L-30 m ぐらいまでは、ほとんどが N 値 5 前後の緩い層となっている。支持層は G.L-35 m 前後にある東京層としている。

(2) 基礎形式

基礎施工としては、敷地が広く、近隣への制約がないことから、打込み杭をはじめとして種々の選択の余地があった。A 棟については、スパンが大きく軸力も大きいことから場所打ちコンクリート杭の案もあったが、建築センターの評定が完了したばかりの大口径既製杭 (ϕ 1 000, ϕ 900) の埋込み工法を採用することにした。

2.3 架構計画

(1) 荷捌き部分

1フロア床面積が、1階で A 棟 16 000 m^2 ・B 棟 8 500 m^2 、基準階で A 棟 10 500 m^2 ・B 棟 6 600 m^2 であり、建物全長は A 棟 188.5 m・B 棟 110.4 m と長く、また高

さが 31 m と大規模な物流施設である。このような物流施設の架構計画の比較を表-1 の構造種別による一般的な比較表として示した。

限られた工期とコストの中で、前述のごとく PCaPC 造を選んだわけであるが、PCaPC ラーメン構造は経験が少なく、重機計画や設備との対応に未経験の部分が多く見られたので、詳細な検討が必要であった。

また、小梁・床版についてもプレキャスト化の方向が有利であると判断した。

(2) 車路スロープ部分

スロープ部分については、梁の段違いが多いこと、傾斜があること、車路の高さが約 30 m になることからプレキャスト化は部材の種類が多いため適当でなく、SRC 造の純ラーメン構造とした。ただし荷捌き部分の PC 化による工期短縮のクリテカルとならないような施工計画を検討した。

2.4 構法の選択と特徴

PCaPC 構造の選択に当たっては、それぞれの構法の長所・短所を理解しなければならない。今回採用することにした PCaPC 構造の特徴を示すと、次のようになる。

[長所]

- ・工場生産品で管理がゆきとどいた高強度のコンクリート、高品質の部材が期待できる。

表-1 構造種別による一般的比較表（床荷重の大きい場合）

| No. | 比較項目 | 鉄筋コンクリート造 RC | プレストレスト鉄筋コンクリート造 PRC | プレストレストコンクリート造 PC | プレキャスト PC造 PCaPC | 鉄骨鉄筋コンクリート造 SRC | 鉄骨造 S |
|-----|---------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|------------------------|----------------------|------------------|
| 1 | 可能スパン l (m) 倉庫等 | <7 m | $7<l<10$ | $10<l<20$ | $8<l<15$ | $10<l<16$ | $l<16$ |
| 2 | 梁丈 (m) | $l/10$ | $l/10\sim 15$ | $l/18\sim 20$ | $l/15\sim 20$ | $l/13\sim 15$ | $l/13\sim 15$ |
| 3 | 使用コンクリート F_c (kgf/cm ²) | 210 | 240 | 300~350 | 350~500 | 210 | 210 |
| 4 | コンクリートの品質 | 普通 | 普通 | よい | 最もよい | 普通 | 普通 |
| 5 | 曲げひび割れ性能 | ひび割れる | ひび割れを制御 | ひび割れない | ひび割れない | ひび割れる | 倉庫等においてはひび割れが生じる |
| 6 | 耐久性能 | 普通 | 少しよくなる | よい | 最もよい | よい | さびやすい |
| 7 | 耐火性能 | よい | アンボンド工法は配慮が必要 | よい | よい | よい | 耐火被覆を行う |
| 8 | 振動障害の可能性 | ない | ない | ない | ない | ない | 生じやすい |
| 9 | 現場作業量と熟練工 | 現場作業量が多く熟練工を多く必要とする | 現場作業量が多く熟練工を多く必要とする | 同左 | 現場作業量は最も少なく、熟練工を少なくできる | 現場作業量が多く、熟練工を多く必要とする | 熟練工を少なくできる |
| 10 | 施工管理 | 難しい | 難しい | 難しい | 容易 | やや難しい | 容易 |
| 11 | 工程管理 | 難しい | 難しい | 難しい | 施行スピードが速く、最も容易である | やや容易 | 容易 |
| 12 | 工期（1層当りサイクル） | 24~30日/サイクル | 24~30日/サイクル | 24~30日/サイクル | 15~20日/サイクル | 鉄骨建方+24~30日/サイクル | 鉄骨建方+12~15日/サイクル |
| 13 | 経済コスト（躯体） | 100% | 103% | 105% | 110%* | 130~150% | 80~100% |

- ひびわれの生じさせない構造物を造ることが可能で、耐久性が高く、コンクリート打放し面も比較的美しく表現できる。
- 鉄筋コンクリートに比べ部材断面を小さくし、有効空間の拡大と建物重量を軽量化することができる。
- 施工現場の合理化・省力化・整理整頓ができ安全性の確保が図りやすい。
- プレキャスト化による工期の短縮で、トータルコストを安くできる。
- 部材断面の規格化を図り、工場生産の利点を生かすことにより、経済性の追求が可能である。
[短所]
- 将来の変更に対し、柔軟性に欠ける。
- 梁貫通・インサート・埋込み等の制約があり、設備に対する事前の検討が必要である。
- プレストレスの導入、目地、シースのグラウト工事に対する計画・管理に、特に高い技術が必要である。
- 部材重量が比較的重いので、運搬および建方の揚重設備等に費用がかかる。また、建設場所に余裕が必要である。
- 現状では大規模建物の実績が少ないため、経験のあるプレキャスト工場に限られ、同一工場での生産が確保しにくい。品質のバラツキが生じやすい。

3. 複合施設の構造設計

3.1 建物概要および構造概要

所在地：東京都品川区八潮 3-3-8

地域制限：準工業地域

建ぺい率 60% 容積率 200%

| | |
|----|----|
| A棟 | B棟 |
|----|----|

敷地面積：38 936 m² 23 278 m²

建築面積：17 104 m² 10 100 m²

(43.92%) (43.43%)

延べ面積：68 189 m² 41 998 m²

容積対象面積：68 189 m² 38 991 m²

(175.13%) (167.50%)

建物高さ：

軒高 GL+31.000 m GL+30.950 m

最高高さ GL+41.550 m GL+31.850 m

階数：

地上 5階(事務所7階) 9階(事務所9階)

棟屋 2階 1階

地下 1階 1階

構造：

荷捌き部分；プレキャストコンクリート造

事務所部分；一部床組鉄骨造

骨組 X, Y方向とも純ラーメン構造

地業 A棟 PHC杭 埋込み工法(認定)

1 000φ, 800φ, 600φ

B棟 PHC杭 打込み工法

700φ, 600φ

基礎・基礎梁 プレキャストRC造、および

現場打ちRC造 $F_c=350, 270$

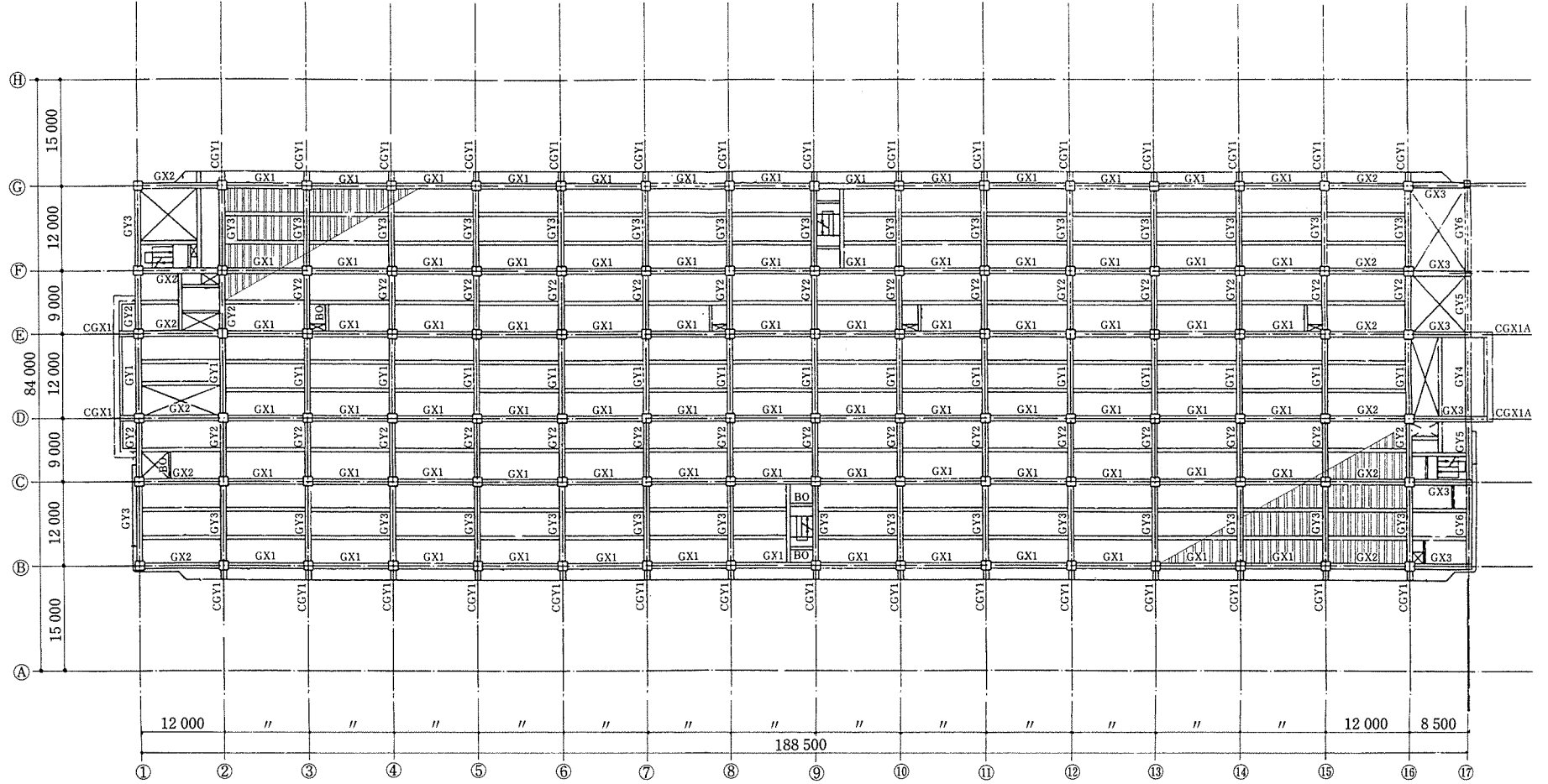


图-5 A 棟基準階伏図

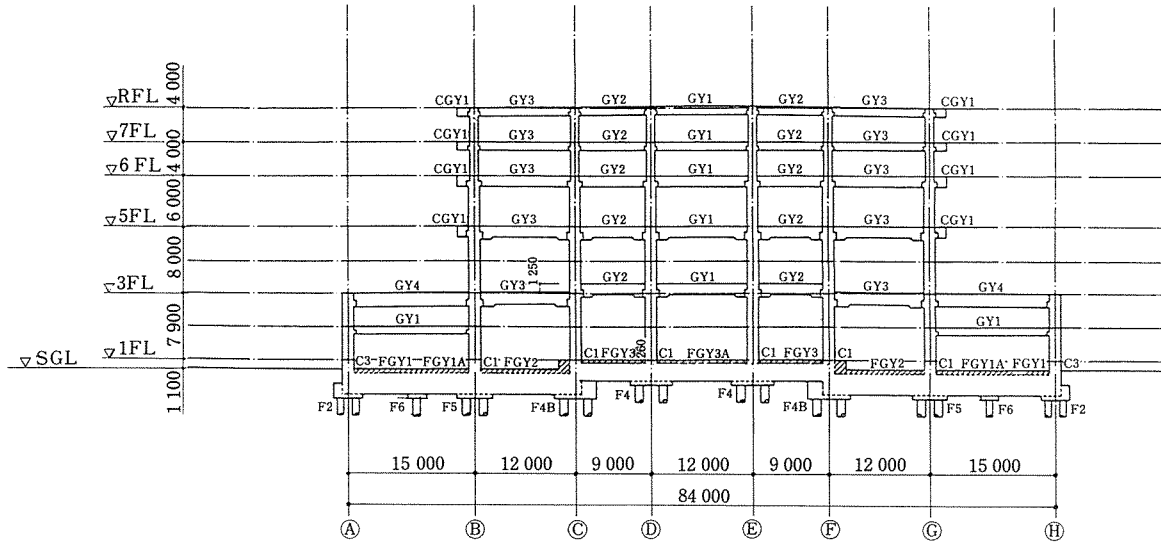


図-6 A棟梁間方向軸組図

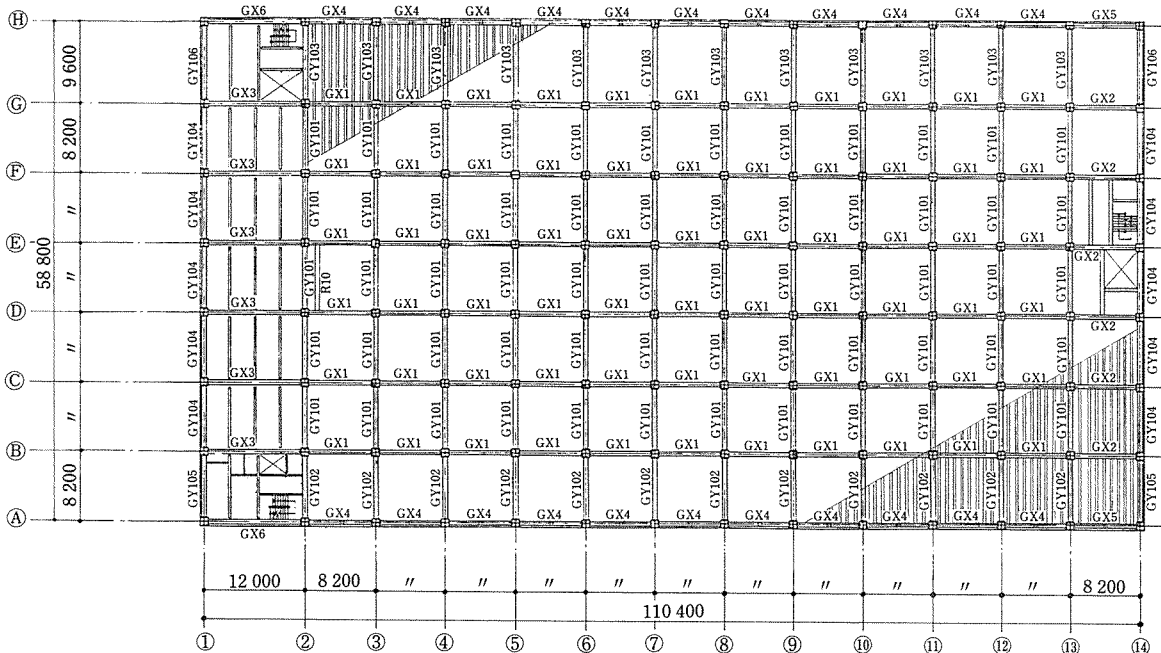


図-7 B棟基準階伏図

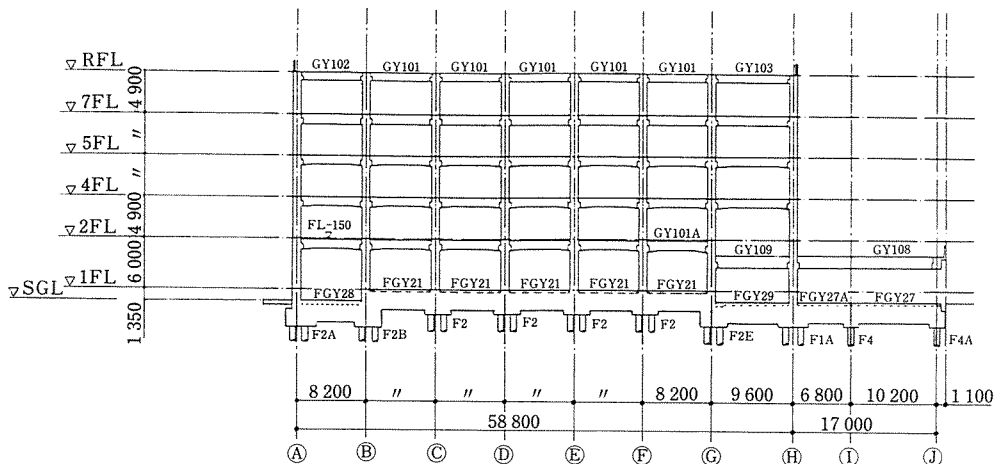


図-8 B棟梁間方向軸組図

上部 躯体 プレキャストプレストレスト
 コンクリート(PCaPC) 圧着工法 $F_c=500$

小梁 PCaPC 造 $F_c=500$

床版 合成床版 $F_c=500$
 PC版 $F_c=500$
 トップコンクリート $F_c=350, 300$

その他 S造(床組の一部)

スロープ部分; A棟 PC造 B棟 SRC造

設計: 日本貨物鉄道(株)
 A棟; (株) 梓設計
 B棟; (株) 日建設計

構造; (株) 東京建築研究所
 施工: A棟; 大成建設(株)
 B棟; (株) フジタ
 PC工事; 黒沢建設(株)

3.2 伏図・軸組図

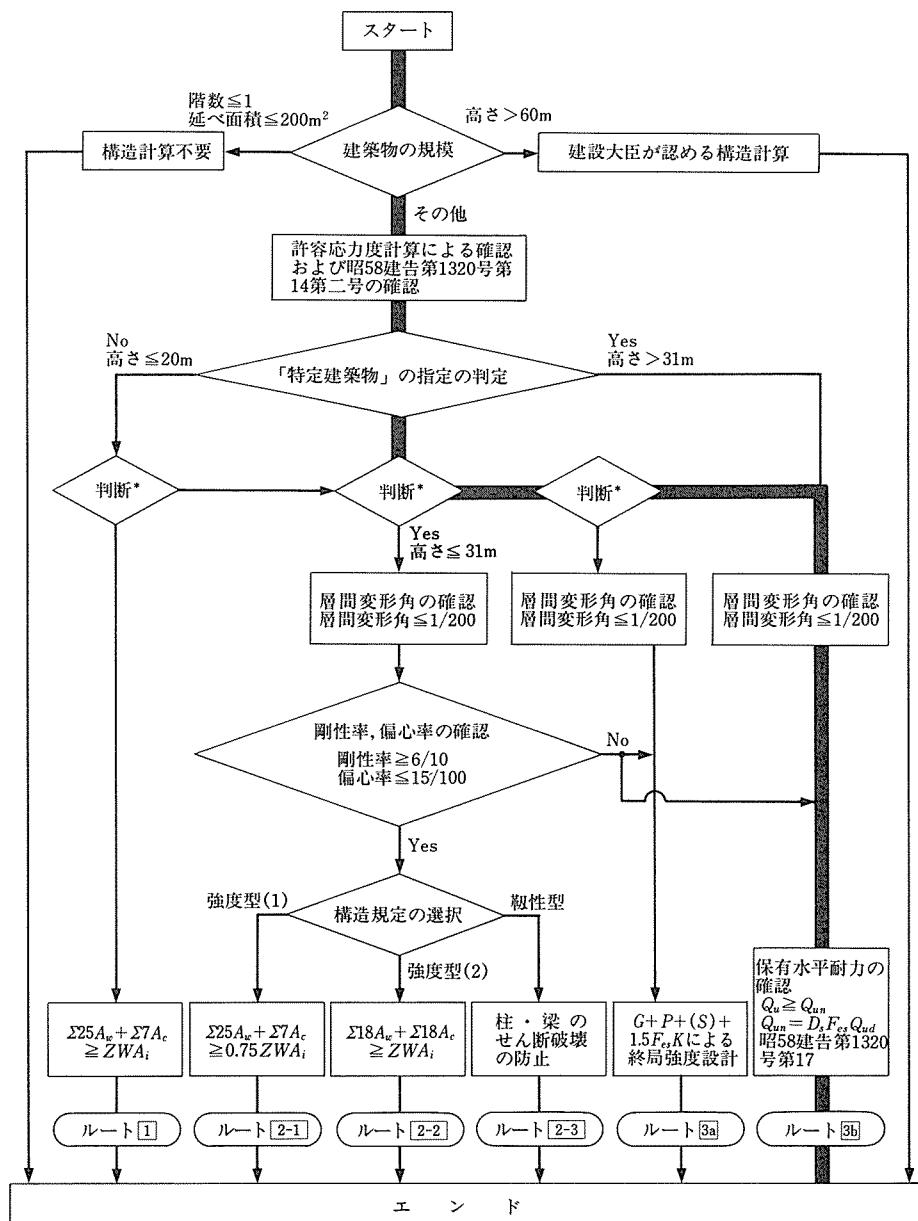
基準階伏図・梁間方向軸組図を、A棟については図-5, 6に、B棟については図-7, 8にそれぞれ示す。

3.3 PCaPC 構造の構造設計

(1) 設計方針

1) 本設計は、建築基準法・同施行令・同告示ならびに日本建築学会諸規準に準拠している。設計フローを図-9に示す。

2) 構造形式は、A棟・B棟とも、梁間方向・桁行方



*判断とは設計者の設計方針に基づく判断のことである。例えば、高さ31m以下の建築物であっても、より詳細な検討を行う設計法であるルート[3]を選択する判断等のことを示している。

図-9 PC 構造設計フロー

向ともに純ラーメン構造である。

- 3) 柱梁部材とも、プレキャストプレストレストコンクリート (PCaPC) 部材とし、フルプレストレスで設計する。
- 4) 2次設計は、設計ルート3bで行う (保有水平耐力確認まで)。〈告示1320号第17〉
- 5) プレキャスト部材による柱と梁の接合、柱と基礎の接合は、PC鋼材による圧着接合とする。図-12～14参照。
- 6) 柱は各階で (A棟1階のみ2分割) 1本ものとし、梁架設前にPC鋼棒により基礎に圧着接合する。
- 7) 床の積載荷重は、1階荷捌きが、 1.5 t/m^2 と、 1.0 t/m^2 、車路は 1.0 t/m^2 、屋上は 0.55 t/m^2 とする。
- 8) PCaPC 梁は、柱に設けたブラケットにのせた状態 (単純支持) で自重およびハーフ PC 床版荷重を作用させ、その後目地モルタル (厚さ2 cm) を注入し PC 鋼材により圧着して、ラーメン架構を形成させる。
- 9) 基礎は既製杭とし、埋込み工法および打込み工法とする。大口径杭および埋込み工法は、建築センターの評定済みのものとする。

(2) 部材の設計

- 1) 部材の設計は、終局強度設計により行う。

[柱・大梁の検討]

- 曲げ破壊耐力に対する応力の組合せ

$$M_u \geq G + P + 1.5 K$$

- せん断破壊耐力に対する応力の組合せ

$$Q_u \geq G + P + 1.5 K$$

G: 建築基準法施行令第84条に規定する固定荷重による応力

P: 同85条に規定する積載荷重による応力

K: 同88条に規定する地震力による応力

- 2) 圧着部の検討

- 有効圧着力

圧着部の平均圧縮応力度は、 20 kg/cm^2 以上とする。

- 圧着部のせん断耐力

$$\text{長期せん断力: } Q_L \leq 0.3 P$$

$$\text{終局せん断力: } Q_P \leq 0.5 P$$

P: 有効導入力

- 3) ブラケット部の検討

ブラケットは、鉄筋コンクリート造とし、大梁よりの自重+積載荷重に対し検討する。

(3) 保有水平耐力の確認

部材は、FAランクとし、 $D_s=0.3$ とする。

3.4 標準の断面設計と主要断面

(1) 断面設計フロー

- ① 応力算出

↓ 設計荷重時応力, ケーブル導入力による2次応力

- ② PCa 柱断面設計

↓ PCa 柱配線計画 → PCa 柱破壊耐力の算出 → 応力・耐力の検討

- ③ PCa 大梁断面設計

↓ PCa 大梁断面性能の算出 → PCa 大梁縁応力度の検討 → PCa 大梁配線計画 → PCa 大梁破断耐力の算出 → 応力・耐力の検討

- ④ その他の検討

運搬時・架設時応力・ブラケット応力, 圧着力の検討

(2) PCa 柱断面設計 (A棟)

- 1) PCa 柱配線計画

PCa 柱配線計画図を図-10に示す。

- 2) PCa 柱破壊耐力の算出

PCa 柱破壊耐力を表-2に示す。

- 曲げ破壊耐力 (M_u)

$$M_u = P_{py}(d_p - 0.5 x_n) + N(D/2 - 0.5 x_n)$$

$$x_n = (P_{py} + N) / (B \cdot F_c)$$

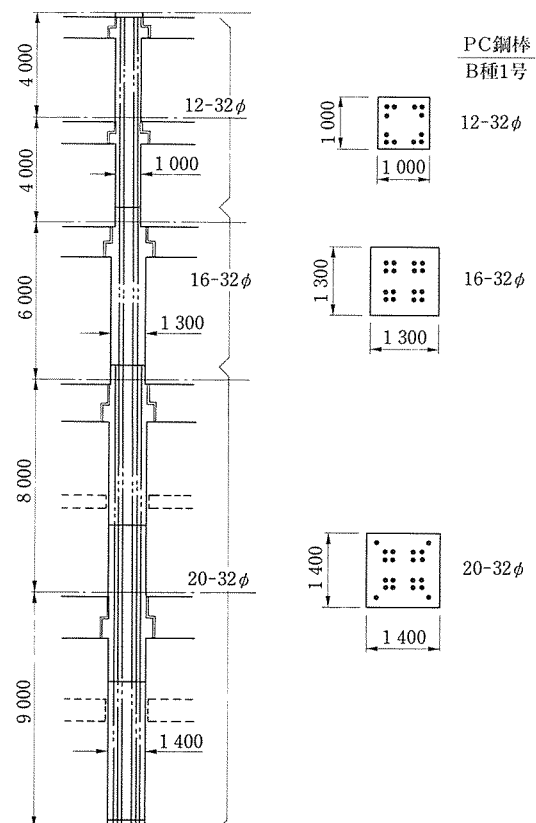
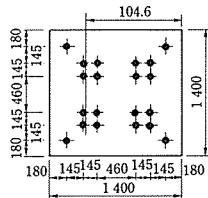


図-10 PCa 柱配線計画図

表-2 PCa 柱破壊耐力

| N (t) | X (cm) | M _u (tm) | TAU | Q _u (t) Hoop=2 | 圧着部 Q _u (t) |
|-------|--------|---------------------|-------|------------------------------|---------------------------|
| 720 | 25.54 | 1 143.9 | 40.40 | 544.4 | 742.5 |
| 740 | 25.89 | 1 153.6 | 40.62 | 547.3 | 752.5 |
| 760 | 26.23 | 1 163.2 | 40.84 | 550.2 | 762.5 |
| 780 | 26.57 | 1 172.8 | 41.06 | 553.0 | 772.5 |
| 800 | 26.92 | 1 182.3 | 41.27 | 555.8 | 782.5 |
| 820 | 27.26 | 1 191.8 | 41.49 | 558.7 | 792.5 |
| 840 | 27.61 | 1 201.2 | 41.70 | 561.5 | 802.5 |
| 860 | 27.95 | 1 210.5 | 41.92 | 564.3 | 812.5 |
| 880 | 28.30 | 1 219.8 | 42.13 | 567.0 | 822.5 |
| 900 | 28.64 | 1 229.0 | 42.34 | 569.8 | 832.5 |
| 920 | 28.98 | 1 238.1 | 42.55 | 572.5 | 842.5 |
| 940 | 29.33 | 1 247.2 | 42.76 | 575.3 | 852.5 |
| 960 | 29.67 | 1 256.3 | 42.97 | 578.0 | 862.5 |
| 980 | 30.02 | 1 265.3 | 43.18 | 580.7 | 872.5 |
| 1 000 | 30.36 | 1 274.2 | 43.38 | 583.4 | 882.5 |
| 1 020 | 30.71 | 1 283.1 | 43.59 | 586.1 | 892.5 |
| 1 040 | 31.05 | 1 291.9 | 43.79 | 588.8 | 902.5 |
| 1 060 | 31.39 | 1 300.6 | 44.00 | 591.4 | 912.5 |
| 1 080 | 31.74 | 1 309.3 | 44.20 | 594.1 | 922.5 |
| 1 100 | 32.08 | 1 318.0 | 44.40 | 596.7 | 932.5 |



コンクリート強度 $F_c=500 \text{ kg/cm}^2$
 $B \times D$ 140×140
 PC 鋼棒の径×本数 32φ×20 本
 PC 鋼棒の導入力 $P_o=45 \text{ t/本}$
 PC 鋼棒の偏心距離 $d_p=104.6 \text{ cm}$
 HOOP 2-D 16

P_{py} : PC 鋼材の降伏耐力

d_p : 圧縮縁から鋼棒重心までの距離

F_c : コンクリート強度

N : 軸力

B : 柱幅

○せん断破壊耐力

$$Q_u = \frac{b_o \cdot I_o}{S_o} (\tau + 0.5 \omega f_t (P_w - 0.002))$$

$$\tau = \frac{1}{2} (\sqrt{(\sigma_g + \sigma_t)^2 - \sigma_g^2})$$

b_o : 重心軸における断面の幅

S_o : 重心軸における重心軸以上の断面 1 次モーメント

I_o : 重心軸における断面 2 次モーメント

ωf_t : せん断筋の許容耐力

σ_g : 平均圧縮力度 $(P+N)/A$

σ_t : コンクリートの引張強度, $0.07 F_c$

3) PCa 柱の応力・耐力の検討

PCa 柱の応力・耐力を表-3 に示す。

(3) PCa 大梁断面設計 (A 棟)

1) 断面諸係数の算出

PC 大梁の断面諸係数を表-4 に示す。

表-3 PC 柱の応力・耐力

| 階 | 頭 | N_L | N_E | ΣN | M_L | M_2 | M_E | ΣM | M_U | Q_L | Q_2 | Q_E | ΣQ | Q_U | HOOP |
|---|---|-------|-------|------------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|--------|
| | | (t) | (t) | (t) | (tm) | (tm) | (tm) | (tm) | (tm) | (t) | (t) | (t) | (t) | (t) | |
| 1 | T | 1106 | 346 | 759 | 1 | -13 | 158 | 170 | 1163 | 1 | -3 | 229 | 231 | 578 | 3-D 16 |
| | B | | | | 6 | -16 | 1028 | 1038 | 1163 | | | | | | |

$N_L - 1.5 N_E = \Sigma N$

$M_L + M_2 + 1.5 M_E = \Sigma M$

$Q_L + Q_2 + 1.5 Q_E = \Sigma Q$

表-4 PCa 大梁断面諸係数

| 位置 | | 3 F 端部 導入時 | 3 F 端部 設計時 | 中央 導入時 | 中央 設計時 |
|-----------|--------------------------------|------------|------------|----------|----------|
| 断面 | | | | | |
| 梁幅 | b (cm) | 80.0 | 80.0 | 80.0 | 80.0 |
| 梁成 | D (cm) | 167.0 | 180.0 | 137.0 | 150.0 |
| 有効幅 | B (cm) | 80.0 | 250.0 | 80.0 | 250.0 |
| スラブ厚 | t (cm) | 0.0 | 13.0 | 0.0 | 13.0 |
| 断面積 | (cm ²) | 13 360.0 | 16 610.0 | 10 960.0 | 14 210.0 |
| 図心位置 (上) | (cm) | 83.50 | 78.89 | 68.50 | 64.35 |
| (下) | (cm) | 83.50 | 101.11 | 68.50 | 85.65 |
| 断面二次モーメント | ($\times 10^5 \text{ cm}^4$) | 310.497 | 522.695 | 171.424 | 312.882 |
| 断面係数 (上) | ($\times 10^5 \text{ cm}^3$) | 3.719 | 6.626 | 2.503 | 4.862 |
| (下) | ($\times 10^5 \text{ cm}^3$) | 3.719 | 5.170 | 2.503 | 3.653 |
| 上限核 | (cm) | 27.83 | 31.12 | 22.83 | 25.71 |
| 下限核 | (cm) | 27.83 | 39.89 | 22.83 | 34.22 |

2) 縁応力度の検討

PCa 大梁の縁応力度を表-5 に示す。

3) PCa 大梁配線計画

PCa 大梁の配線計画図を図-11 に示す。

4) PCa 大梁の破壊耐力の算出

PCa 大梁の破壊耐力を表-6 に示す。

○ 曲げ破壊耐力

$$M_u = P_{py} \cdot (d_p - 0.5 x_n) \quad (\text{t} \cdot \text{cm})$$

$$x_n = P_{py} / (B \cdot F_c) \quad (\text{cm})$$

P_{py} : PC 鋼材の降伏耐力 (t)

d_p : 圧縮縁から PC 鋼材重心までの距離 (cm)

F_c : コンクリート強度 (kg/cm²)

B : 梁幅 (cm)

表-5 PCa 大梁縁応力度 (E 通り, 3 階, 3 G×1)

| | * | P | A | e | Z | M | M ₂ | M | P/A | P _e /Z | M/Z | D _S | S |
|---|---|-------|--------|-------|-------|------|----------------|-------|------|-------------------|-------|----------------|------|
| 端 | 2 | 532.0 | 13 360 | 4.0 | 3.719 | | 0.6 | 0.6 | 39.8 | 5.7 | -0.2 | | 45.4 |
| | | | | | 3.719 | | | | | -5.7 | 0.2 | | 34.3 |
| | 3 | 452.2 | | | | 15.1 | 0.5 | 15.6 | 33.8 | 4.9 | -4.2 | | 34.5 |
| | | | | | | | | | | -4.9 | 4.2 | | 33.2 |
| | 4 | 370.5 | 16 610 | 8.8 | 7.933 | | 115.7 | 115.7 | 22.3 | 4.1 | -14.6 | 34.5 | 46.3 |
| | | | | 6.626 | 5.170 | | | | | -6.3 | 22.4 | 33.2 | 71.6 |
| | 5 | 314.9 | | | | 32.0 | 98.3 | 130.3 | 19.0 | 4.2 | -19.7 | | 3.5 |
| | | | | | | | | | | 3.5 | -16.4 | 34.5 | 40.5 |
| | | | | | | | | | | -5.4 | 25.2 | 33.2 | 72.0 |
| 中 | 1 | 240.0 | 10 960 | 53.5 | 2.503 | 84.4 | | 84.4 | 21.9 | -51.3 | 33.7 | | 4.3 |
| | | | | | 2.503 | | | | | 51.3 | -33.7 | | 39.5 |
| | 2 | 0.0 | 10 960 | 0.0 | 2.503 | | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.7 | 8.8 |
| | | | | | 2.503 | | | | | 0.0 | -0.0 | 28.5 | 28.5 |
| | 3 | 0.0 | | | | 5.3 | 0.1 | 5.4 | 0.0 | 0.0 | 2.2 | 8.7 | 10.9 |
| | | | | | | | | | | 0.0 | -2.2 | 28.5 | 26.3 |
| 央 | | | | | 4.862 | | | | | -30.5 | 10.4 | | 9.2 |
| | 4 | 415.0 | 14 210 | 35.7 | 6.093 | | 50.8 | 50.8 | 29.2 | -24.3 | 8.3 | 10.9 | 24.1 |
| | | | | | 3.653 | | | | | 40.6 | -13.9 | 26.3 | 82.2 |
| | | | | | | | | | | -25.9 | 11.2 | | 10.1 |
| | 5 | 352.8 | | | | 11.3 | 43.2 | 54.5 | 24.8 | -20.7 | 8.9 | 10.9 | 24.0 |
| | | | | | | | | | 34.5 | -14.9 | 26.3 | 70.7 | |
| 端 | 2 | 532.0 | 13 360 | 4.0 | 3.719 | | -0.8 | -0.8 | 39.8 | 5.7 | 0.2 | | 45.8 |
| | | | | | 3.719 | | | | | -5.7 | -0.2 | | 33.9 |
| | 3 | 452.2 | | | | 17.4 | -0.7 | 16.7 | 33.8 | 4.9 | -4.5 | | 34.2 |
| | | | | | | | | | | -4.9 | 4.5 | | 33.5 |
| | 4 | 389.0 | 16 610 | 8.8 | 7.933 | | 14.2 | 14.2 | 23.4 | 5.2 | -2.1 | | 26.4 |
| | | | | 6.626 | | | | | 4.3 | -1.8 | 34.2 | 60.2 | |
| | | | | 5.170 | | | | | -6.6 | 2.7 | 33.5 | 53.0 | |
| | 5 | 330.7 | | | | 36.9 | 12.1 | 49.0 | 19.9 | 4.4 | -7.4 | | 16.9 |
| | | | | | | | | | 3.7 | -6.2 | 34.2 | 51.6 | |
| | | | | | | | | | -5.6 | 9.5 | 33.5 | 57.2 | |

* 1: 自重時 2: 二次導入時 3: 場所打ち打設時 4: 三次導入時 5: 積載時

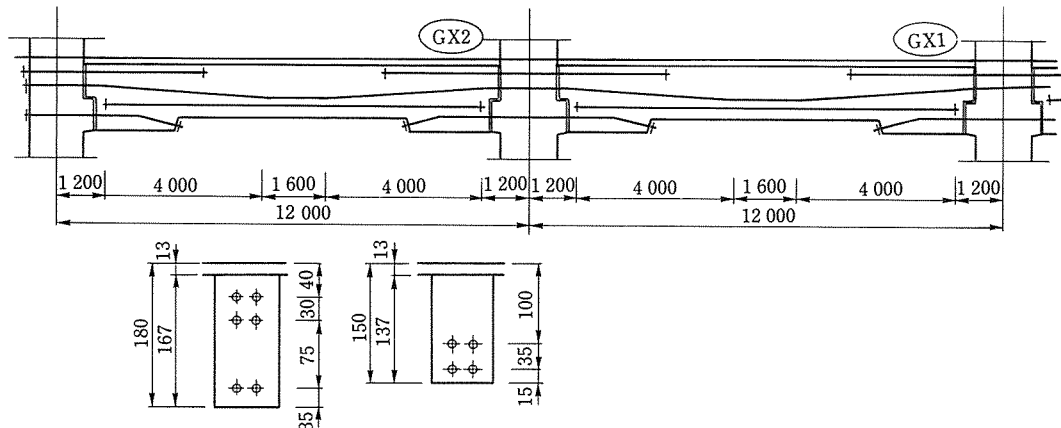


図-11 PCa 大梁配線計画図

表-6 PCa 大梁破壊耐力

| 符 号 | 3G×3.4 | 3G×1.2 |
|---------------------------------------|----------|----------|
| 断 面 | | |
| 梁 幅 b (cm) | 80.0 | 80.0 |
| 梁 成 D (cm) | 180.0 | 180.0 |
| 有 効 幅 B (cm) | 250.0 | 250.0 |
| ス ラ ブ 厚 t (cm) | 13.0 | 15.0 |
| 鋼 材 位 置 X_p (cm) | 85.0 | 85.0 |
| コンクリート強度 F_c (kg/cm ²) | 500.0 | 500.0 |
| 設計時導入力 P (t) | 773.5 | 773.5 |
| 断 面 積 A_p (cm ²) | 112.53 | 112.53 |
| A_r (cm ²) | 0.00 | 0.00 |
| 降 伏 耐 力 f_{py} (t/cm ²) | 16.00 | 16.00 |
| f_{ry} (t/cm ²) | 3.50 | 3.50 |
| 曲 げ 耐 力 ${}_+M_u$ (tm) | 1 300.36 | 1 300.36 |
| ${}_+M_u$ (tm) | 1 399.18 | 1 399.18 |
| せん断耐力 Q_u (t) | 342.40 | 340.20 |
| 圧着部 せん断耐力 | 386.8 | 386.8 |

表-7 PCa 大梁曲げ破壊耐力 (E 通り)

| 階 | 位置 | ① M (tm) | ② M_2 (tm) | ③ $1.5 M_h$ (tm) | ΣM (tm) | M_u (tm) |
|---|----|------------|--------------|------------------|-----------------|------------|
| 3 | 上端 | 13.5 | 164.3 | 873.2 | 747.0 | 1 300.4 |
| | 下端 | | 139.7 | | 999.4 | 1 399.2 |
| 2 | 上端 | 16.3 | -20.4 | 773.1 | 806.7 | 1 300.4 |
| | 下端 | | -17.3 | | 739.5 | 1 399.2 |
| 2 | 上端 | 69.8 | 132.3 | 976.1 | 933.4 | 1 300.4 |
| | 下端 | | 112.5 | | 1 018.8 | 1 399.2 |
| 3 | 上端 | 72.8 | -6.2 | 1 073.1 | 1 151.2 | 1 300.4 |
| | 下端 | | -5.3 | | 995.1 | 1 399.2 |
| 3 | 上端 | 47.1 | 115.1 | 867.9 | 817.2 | 1 300.4 |
| | 下端 | | 97.8 | | 918.6 | 1 399.2 |
| 4 | 上端 | 54.3 | 15 | 833.2 | 874.7 | 1 300.4 |
| | 下端 | | 12.8 | | 791.7 | 1 399.2 |

表-8 PCa 大梁せん断破壊耐力

| 通り | 階 | 位置 | ① $G+P$ (t) | ② $1.5 K$ (t) | ΣQ (t) | Q_u (t) |
|----|---|------|-------------|---------------|----------------|-----------|
| E | 3 | 1 | 24.8 | 155.3 | 180.1 | 340.2 |
| | | 2 | 24.1 | 155.3 | 179.4 | 340.2 |
| | 2 | 52.8 | 193.3 | 246.1 | 340.2 | |
| | 3 | 59.1 | 193.3 | 252.4 | 340.2 | |
| | 3 | 41.8 | 160.5 | 202.3 | 342.4 | |
| | 4 | 42.3 | 160.5 | 202.8 | 342.4 | |

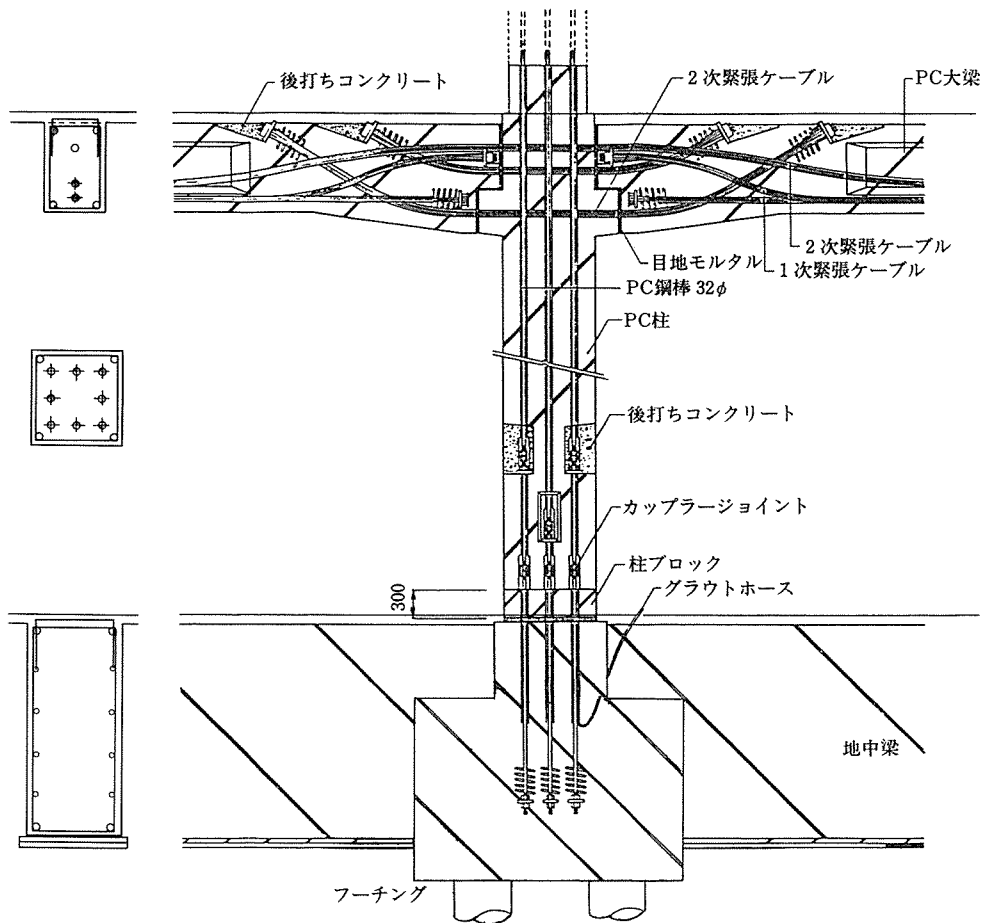


図-12 柱・梁圧着模式図

○せん断破壊耐力

$$Q_u = \frac{b_0 \cdot I_0}{S_0} (\tau + 0.5 u_{ft} (P_w - 0.002)) (t)$$

$$\tau = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_g + \sigma_t)^2 - \sigma_g^2} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

b_0 : 重心軸における断面の幅 (cm)

S_0 : 重心軸における重心軸以上の断面1次モーメント (cm^3)

I_0 : 重心軸における断面2次モーメント (cm^4)

P_w : あばら筋比

u_{ft} : せん断筋の許容応力度 (kg/cm^2)

σ_g : 平均プレストレス応力度 (kg/cm^2)

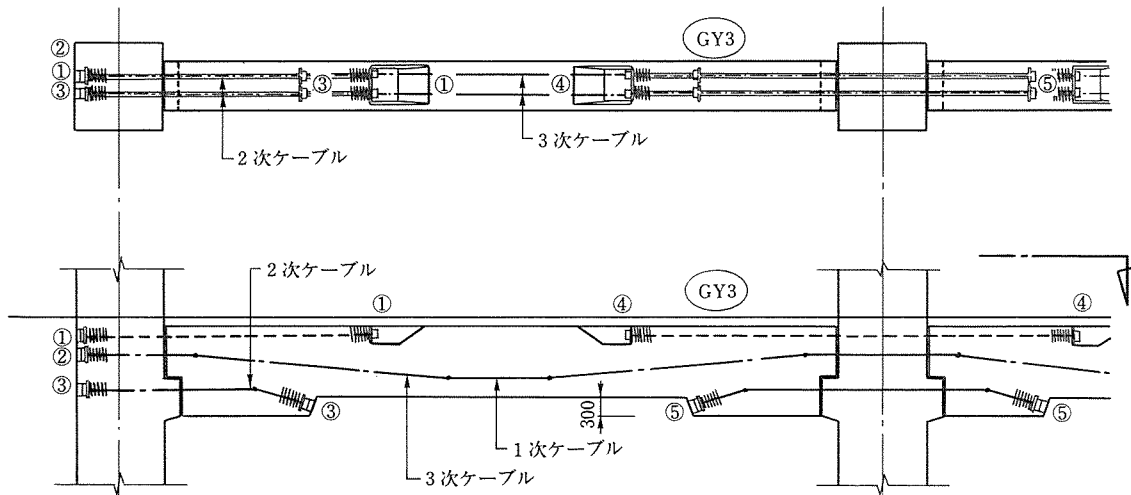
σ_t : コンクリート引張強度, $0.07 F_c$ (kg/cm^2)

5) PCa 大梁の応力・耐力の検討

PCa 大梁の曲げ破壊耐力を表-7 に, せん断破壊耐力を表-8 に示す。

3.5 柱・梁接合部

柱・梁圧着の模式図を図-12 に示す。また, A 棟・B 棟の大梁の配線図を図-13, 14 に示す。



導入力 : 1次緊張-10 t/12.7φストランド 2次緊張-10 t/12.7φストランド 3次緊張-12.5 t/12.7φストランド

図-13 A 棟大梁配線図

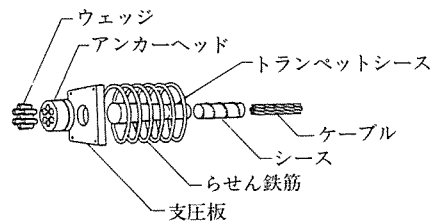
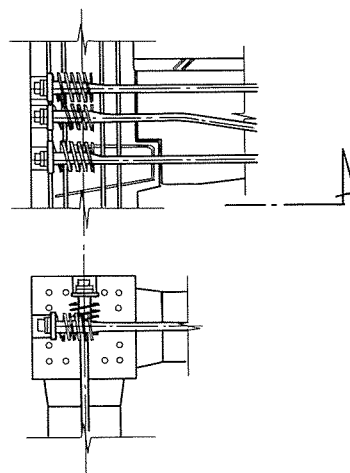
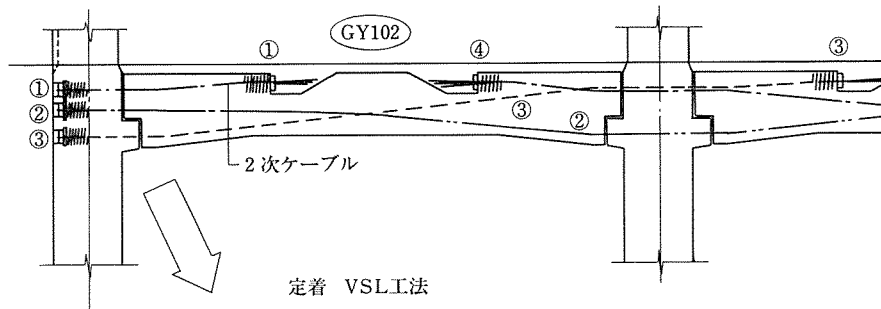


図-14 B 棟大梁配線図と詳細図

4. あとがき

本工事は、JR貨物が民営化して初めての大型プロジェクトであり、将来の貨物ターミナルコンセプトを基に、日建設計が全体計画を行った。現在はその中の第一期工事として、A棟、B棟を先行し施工中である。

第一期工事の設計・発注時には、建設ラッシュによる人手不足、コストアップ、工期把握困難と悪条件の最中であった。本建物は、特に構造が主体であるため、躯体

工事比率が高く約50%ということで、構造設計に当たっては、各構造比較のうえPCaPC造を選択したが、コスト、工期、接合部等の問題解決のために、各関係の皆様にご多大なるご協力をいただきましたことを本紙を借りて御礼申し上げますとともに、本工法が、プレストレストコンクリートの有用な工法として発展することを願っている。

【1992年3月10日受付】

◀刊行物案内▶

第29回研究発表会講演概要

体 裁：B5判 116頁

頒布価格：3000円（送料：350円）

内 容：(1) プレストレストコンクリート部材の累加最大曲げ耐力について、(2) プレストレストコンクリート梁と鉄骨柱との接合法に関する基礎実験、(3) プレストレスト鉄骨鉄筋コンクリート梁部材の曲げ強度について、(4) アウトケーブルを用いたはりの支持点の力学的性状試験、(5) 高強度鉄筋を用いてプレストレスを導入した格子状変厚プレキャスト板に関する実験的研究、(6) プレストレスト鉄筋コンクリート合成断面部材の応力計算、(7) 新綾部大橋実橋載荷試験について、(8) 大反力ゴム支承を用いたPC多径間連続橋の振動試験、(9) PC鋼材突起定着部の設計手法に関する一考察(その1)、(10) PC鋼材突起定着部の設計手法に関する一考察(その2)、(11) 生口橋PC桁部の設計、(12) 3%食塩水におけるPC鋼より線の応力腐食割れ試験、(13) PC板埋設型枠を用いた合成床スラブの多数回繰返し載荷実験、(14) プレキャストPC版を用いた床版打替工法用スラブ止めの実験、(15) PC合成床版の耐火性について、(16) ポストテンション方式によるPC舗装版の摩擦低減試験およびジャッキアップ試験、(17) 沈下したプレキャストコンクリート舗装版のリフトアップ工法の開発、(18) ロックアンカーを用いた片持ち式ロックシェッドの載荷試験について、(19) 合成アーチ巻立て工法による城址橋の施工、(20) 三井野原ループ6号橋の施工、(21) 現場製作ケーブルを用いたPC斜張橋(上妻橋)の施工、(22) 横浜博覧会「海のパビリオン」H.M.S.の設計と施工、(23) 横浜新道(拡幅)藤塚工事に伴うPCフレームアンカー工事、(24) プレキャストブロックによるPC耐圧板工事、(25) 国道115号横向1号橋の設計と施工について、(26) 吊床版橋の設計施工と振動実験—鳥山城カントリークラブ歩道橋—、(27) 新十勝大橋(仮称)の設計と施工、(28) プレキャストPCタンクの設計・施工、(29) 牛滝川橋の設計と施工、(30) 製紙用PCタンクの設計について