

扇型段差付大型スラブの設計・施工

(株)富士ピー・エス

○ 石田 貴幸

正会員

竹下 修

佐藤 学

吉村 誠

1. はじめに

近年、多数の超高層ビルが計画されているが、建築計画上住戸プランの多様化や将来のプラン変更のしやすさに対応するため、居室空間に柱・梁が極力出ない架構方式が求められている。その要求に応えるため、架構方式や免震の採用等による工夫を行うことにより、建築計画上自由度の高い空間が提供されてきた。¹⁾ この時、居室空間には大きな支配面積のスラブが必要となることから、コア部に階段やE V室を配置し外周部全てを居室とする計画が多いようである。また、バリアフリーの観点から水廻り部分のための段差をつける必要があることも必要条件として加えられる。このような背景から、図-1 に示すようなプレストレスを導入した段差付き逆T型合成スラブに関する研究²⁾ が以前から続けられており、現在では長大スパンの実現に至っている。今回は居室内に梁をなくしたスラブの開発内容と実施物件内容について報告する。

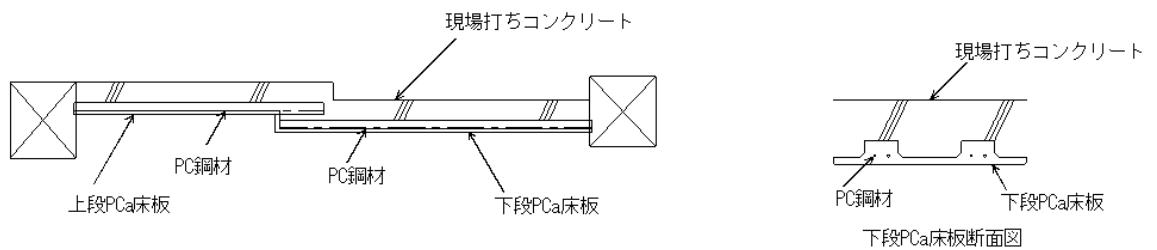


図-1 段差付き合成床スラブの概要

2. 扇型段差付床版の計画

これまでのPCa床版の施工においては、図-2 に示すように建物のコーナー部にPCa床版を支えるために梁が必要となっていた。そこで、今回はコーナー部の居室内の梁をなくし、更なる計画自由度を向上させるため、扇型床版による計画を行った。

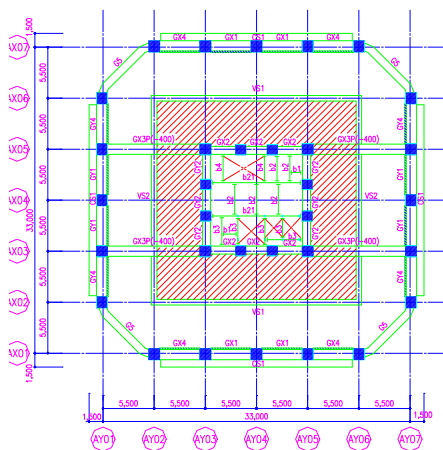


図-2 平面図

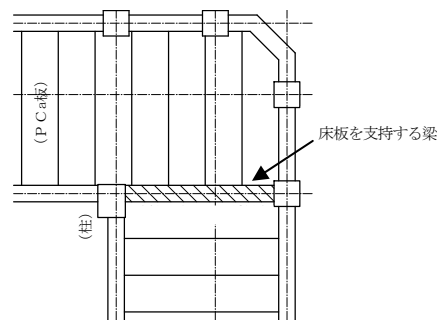


図-3 建物コーナー部

本計画では、以下の条件を満足する事を目指した。

- ・ 建物コーナー部においても居室内に柱・梁型のない空間とする。
- ・ 水廻り設備の配置が想定される部分には、スラブ段差を設ける。
- ・ 工期短縮やローコストに配慮する。

これらの点を解決するため、まずPCa版の割付けを扇型に分割することを考えた。図-4に検討に用いた計画建物のコーナー部平面図を示す。ここで、扇型形状のまま一体型のPCa版を計画すると、扇型中心側の部材幅が極端に小さくなり過ぎることや型枠形状が複雑になり製作コストの縮減が難しくなることから分割タイプのPCa版で計画した。

この計画においては、分割したPCa版を用いた段差付合成スラブの実験研究³⁾も同時に行っており、基本的な構造安全性については支障ないものと判断している。よって、扇型のようなさまざまな形状の段差付合成スラブがローコストで計画可能となった。

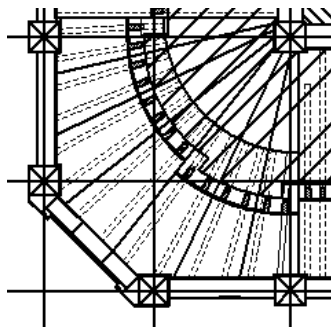


図-4 コーナー部 平面図

3. 断面検討

扇型床版を用いた建物コーナー部を外周柱と梁・内周柱およびスラブを3次元ソリッド要素でモデル化し、FEM解析で検討を行った。

設計条件および解析条件は表-1に示す通りである。扇型の中心に当たる柱部には、PC鋼材が集中してしまうことやせん断力が大きくなること、また段差下段にあたるPCa床版部は負曲げ域となることから予想されることから平板(RC板)で想定した。

表-1 設計条件および材料の仕様

設計条件	内法スパン	L0=9.0m
	仕上げ積載荷重	LL=2.4kN/mm ²
使用材料	コンクリート強度	PCa部 50N/mm ² 場所打ち部 30N/mm ²
	PC鋼材	SWPR7A φ12.7mm

応力度及びたわみの解析結果の例を図-5に示す。(実施設計で外周部が曲線になったため解析は曲線で行った)

- 1) 図-5より、柱付近上端引張応力が44.5kN・m/mとなりD16@100の鉄筋量が必要となった。
- 2) 最大たわみは3.00mmとなった。

仮に長期たわみ倍率を5とすると長期たわみは15.0mmとなり、RC規準に示される限界値Lx/250を十分に満足することになる。ここでの長期たわみ倍率はPCa床版断面の一般評定内容に合わせた値である。

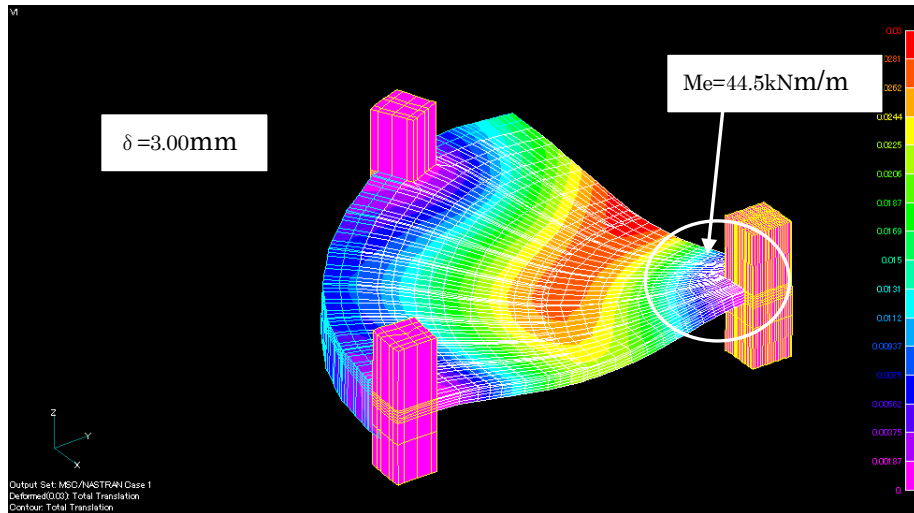


図-5 FEM 結果

4. 長期たわみの検証⁴⁾

4.1 試験体概要

扇型スラブの一部を取り出した形で長期たわみ実験を行った。試験体は、内法スパン 8.4m から 9.4m となる実大扇型合成スラブ一体であり、図-6 に試験体の形状を示す。また、表-2 には材料の試験結果および仕様を示す。この試験体は他物件検討時のものである。よってここでは、主に長期たわみ倍率に主眼をおいて述べる事とする。

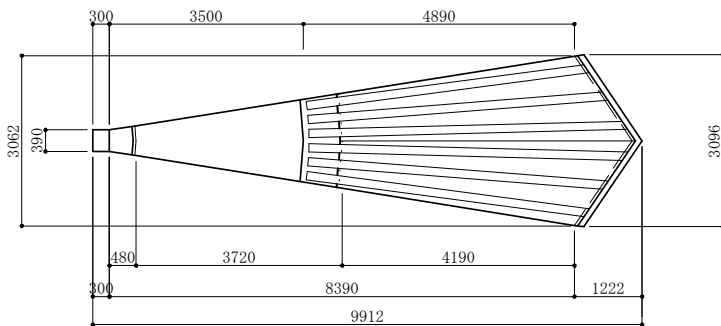
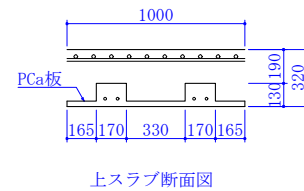
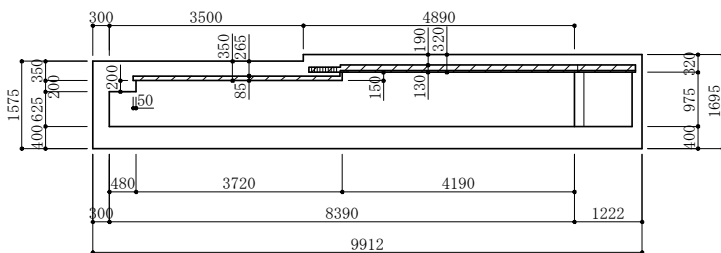


表-2 材料の試験結果および仕様

コンクリート強度	PCa板部	53.5 N/mm ²
	場所打ち部	25.2 N/mm ²
PC鋼材	SWPR7A φ12.4mm	
鉄筋	SD295A D19,D13,D10	

図-6 試験体図

4.2 実験概要

載荷スケジュールとしては、場所打ちコンクリートの材令が 28 日になった時点でスラブ下の支保工を撤去し、仕上げ荷重 600N/m²の相当分を、さらにその 28 日後に積載荷重 1800N/m²の相当分を加えた。載荷は、計量した鉄骨ブロックを用いて 3 等分点 2 点集中荷重として行った。実験は支保工撤去・仕上げ荷重載荷後半年行い、終了した。

4.3 実験結果

表-3 にたわみの計算値と実測値およびその比率を示す。表中の CFRL1 は内法スパン 9.3m の段差のない一体型 PCa 版を用いた合成スラブの、CFRL2 は内法スパン 9.2m の分割 PCa 版を用いた段差付合成スラブの長期載荷実験結果^{3,5)}を再掲したものである。

表-3 たわみの計算値と実測値およびその比率

		扇型	CFRL1	CFRL2
弾性たわみ	計算値① (mm)	2.31	3.56	3.35
	実験値② (mm)	2.73	4.82	3.78
	②/①=③	1.18	1.35	1.13
最終たわみ予測値	④ (mm)	6.13	15.21	10.74
長期たわみ倍率	④/①	2.65	4.27	3.21

【長期たわみ倍率】

たわみ倍率の変化は経過日数約 50 日以後非常に安定した傾向を示しており、その後の増加はわずかなものである。表-3 中の最終たわみ予測値は、実験データより最小二乗法を用いて

$y=t/(a \cdot t+b)$ 式の a と b を設定し、 $t \rightarrow \infty$ 時の値を算定したものである。同表によれば、扇型試験体の最終

たわみ倍率は 2.65 と最も小さく、CFRL1 や CFRL2 に比べても非常に良好な結果となった。

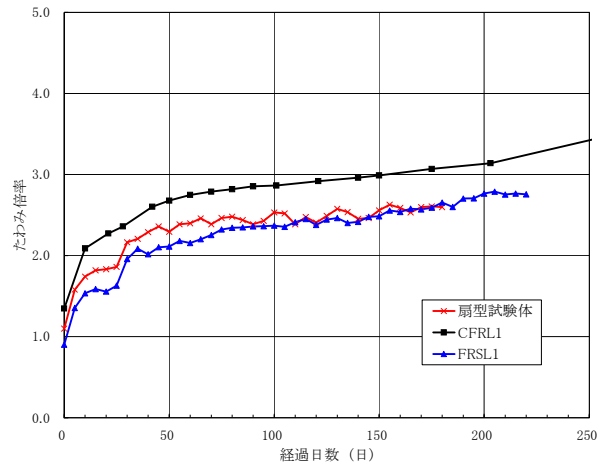


図-7 たわみ倍率-経過日数の関係

5. 製作・施工

製作時の特長としては、①PCa 板の段差上下分割型とすること、扇型の分割角度を統一すること、によって型枠数の種類を減らすこととした。②上段板と下段板を組み合わせた形としロングラインでの製作を行った。

また、実施物件としては 2 件行っており 1 件は施工中である。



写真-1 実施例

6. まとめ

- ① 建物コーナー部において、段差付 PCa 床版を扇形状に配置することにより、床を支持する梁は不要となり、建築計画の自由有度を向上させることができる。
- ② 扇型の中心部となる柱近傍の応力は集中するが配筋で補強することにより対応できる。
- ③ 一体型の PCa 版を用いた合成スラブや分割 PCa 版を用いた段差付合成スラブの実験結果と比較してもたわみ性能上遜色はなかった。
- ④ 扇型のスラブ形状の統一化により、数多く採用されるようになればコスト削減が可能である。

<参考文献>

- 1) 鴫田, 木村: コアに耐震要素を配置した超高層 RC 免震住宅の耐震性能, AIJ 大会講演梗概集, 2002
- 2) 竹下, 小森ほか: 段差付逆 T 型合成床スラブに関する研究, JCI 年次論文報告集, Vol. 19, No2, 1997
- 3) 竹下, 江藤ほか: プレストレスを導入した PCa 版を用いた段差付き合成床スラブ工法(その 1, 2), AIJ 四国支部研究報告, 2003
- 4) 竹下, 鴫田ほか: 扇型段差付大型スラブの構造性能検証 (その 2) AIJ 大会講演梗概集, 2003
- 5) 岩原, 山下: 長スパン合成床板の長期曲げ性状に関する研究, JCI 年次論文報告集, Vol. 19, No2, 1997