

扇型段差なし大型スラブの開発・製造

(株)富士ピー・エス 正会員 ○作村 和規
 (株)富士ピー・エス 正会員 竹下 修
 (株)富士ピー・エス 正会員 馬石 亮太

1. はじめに

近年、超高層集合住宅の計画においては、平面プランの多様化に対応するため、また将来のプラン変更を見据えて、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、架構方式や免震構造の採用など様々な工夫を行うことで、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、住戸部分と共用部分を明確に分離するという建築計画上、設備計画上の観点、また、超高層建築を実現するための構造上の観点からセンターコアタイプのダブルチューブ構造が採用される例が多い。その際、梁を極力減らすために大スパンのスラブが必要となる。また、パ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いる。さらにコーナー部での梁を無くすために扇型段差付スラブの事例³⁾⁴⁾がある。今回はパブリックスペースに対応した扇型段差なしスラブの開発および製作について報告する。

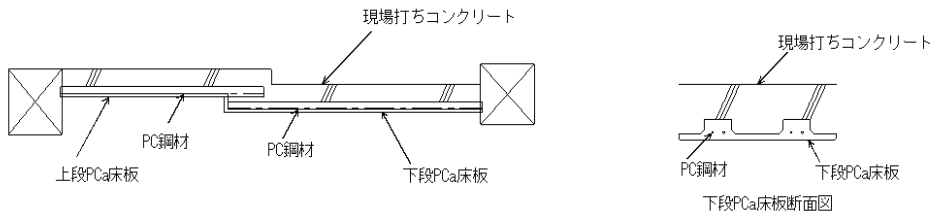


図-1 段差付合成床スラブ概要

2. 扇型スラブの開発の概要

一般的なプレキャスト合成床版(以下、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一部に PCa 床版を支えるための梁が必要である。そこで、計画の自由度を更に向上させるため、この梁をなくす事を目的とし梁がなくても PCa 床版を架設できる様、**図-3**に示す扇型スラブの開発を行った。

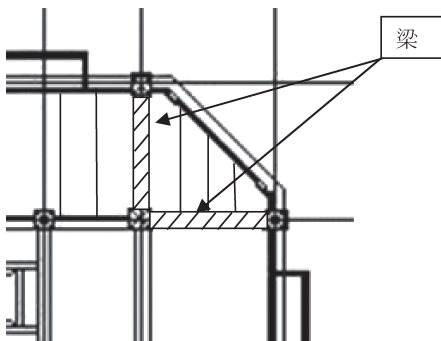


図-2 従来(一般)の梁配置

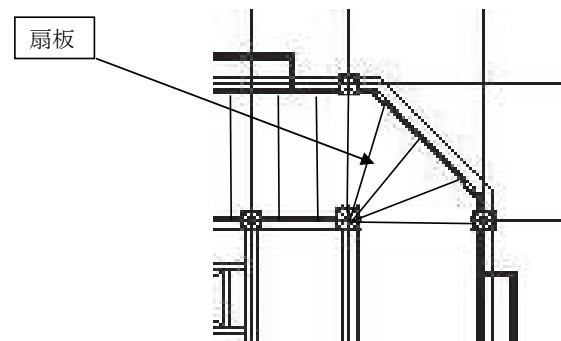


図-3 扇型スラブの梁配置

本開発では、以下の条件を満足することを目指した。

- 1) 建物コーナー部において居室内に梁形が出ない空間とする。
- 2) 段差の有無に対応できる形状とする。
- 3) 工期短縮やローコストに配慮する。

1)を解決するため、PCa 版の割付けを扇型に分割することとした。扇型の割付けにすることにより、PCa 床版の支持は外周の梁と内周の柱にすることができコーナー部の梁が不要となる。

2)については、段差付のセパレートタイプおよび段差無しのタイプについて、納まりと構造の検討を行った。既往の開発や施工実績として全て段差付きセパレートタイプの PCa 板がある。今回は居住空間ではなくパブリックスペースにも対応するためにスラブ段差のない扇型スラブの開発を行った。扇型の中心に当たる部分には、PC 鋼材が集中し、リブ付き板の形状で計画すると製作上の不都合が予想されるため、リブのない形状とした。

3)については、架設ピースを少なくすることと製造コストを低減することを実現するため、同角度の割付とした。

3. 構造安全性の確認

一般的に PCa 床版を用いたスラブは一方方向スラブであるが、コーナー部を扇型スラブとすることで方向性が不明確となった。そこで扇型スラブを用いた建物コーナー部を FEM を用い応力解析し、応力分布の確認および構造安全性の検討を行った。

設計条件および材料の仕様は表-1 に示す通りである。

表-1 設計条件及び材料の仕様

内法スパン	L = 9.8~11.1 m
仕上げ積載荷重	wl = 4.6 kN/m ²
コンクリート強度	PCa部 Fc = 50N/mm ²
	場所打ち部 Fc = 30N/mm ²
PC鋼材	SWPR7B 12.7φ
ひび割れ幅	0.2mm以下

また、解析結果を図-4, 5 に示す。

- 1) 図-4 に扇型スラブまわりの各柱付近の曲げモーメントを示す。その中で柱付近上端引張曲げモーメントが単位長さあたり 152.9kN・m/m となる箇所においては D19D22@100 の鉄筋量が必要となった。
- 2) 図-5 より弾性たわみは 6.14mm となった。これはスパンの 1/1629 であり、長期たわみは 1/362 で問題ないことが確認できた。

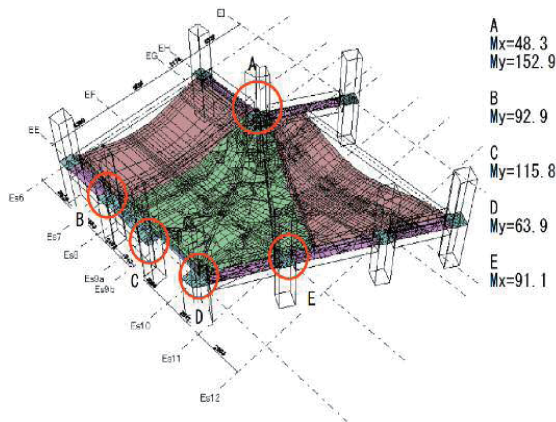


図-4 モーメント分布

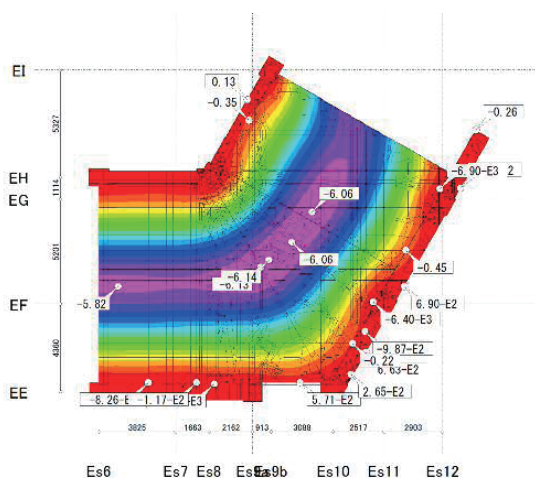


図-5 弾性たわみ分布

4. 製作・施工

4.1 扇型段差なしスラブの製作

扇型段差なしスラブの開発にあたり、その製作方法の検討を行った。その際の段差なしスラブ特有の問題点と解決策を示す。

(1) 検討事項

扇型段差なしスラブは段差付スラブとは異なり、板長が長くなるため扇状に PC 鋼線が配置できない。また、ベツト面の型枠の都合上、幅寸法を 2000mm 以内にする必要があるため、扇型段差付スラブの扇型の分割角度を上段板が 15° 、下段板が 7.5° に対し、扇型段差なしスラブにおいては、分割角度を 7.5° で計画した。PC 鋼線が集中する柱まわりの板の幅寸法が扇型段差付スラブの 420mm に対して扇型段差なしスラブは 210mm となり PC 鋼線の配置が問題となった。

(2) 解決策

扇型段差なしスラブのスパン中央では構造上、4 本の PC 鋼線が必要となる。写真-1 のように中央をダブル、両端をシングルに配置する計画とした。その際、両端の PC 鋼線を正曲げ区間でカットが必要があったため、PC 切断位置でのモーメントを中央ダブルの PC 鋼線のプレストレスで許容する計画とした。

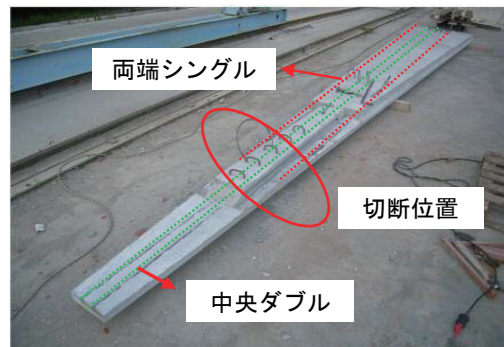


写真-1 扇型段差なしスラブ(PC鋼線配置)

4.2 扇型段差付スラブの製作

扇型段差付スラブについては、下階から上階まで段差位置を統一させること、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し、製造コストの低減を計画した。写真-2,3 に上段板および下段板の型枠を示す。



写真-2 扇型段差付スラブ(上段板)型枠



写真-3 扇型段差付スラブ(下段板)型枠

4.3 共通事項

(1) 検討事項

扇型スラブが集中する柱はプレキャスト部材となる事が多いためかかり代を設けずに、シアークッターで躯体へ荷重を伝達する納まりとした。かかり代を設けない柱周りにおいては、写真-4,5 に示すよう

にせん断力を伝達させるために板端小口面にシアーコッター,ひび割れ抑制の下端連結筋,曲げを伝達するための上端筋,また脱落防止措置として落下防止ワイヤーが必要となる。扇型スラブの厚さが 120mm であり下端連結筋と干渉するために厚みの変更が必要なこと,それに伴い小口面にコッターを設けることができないことが検討課題となった。

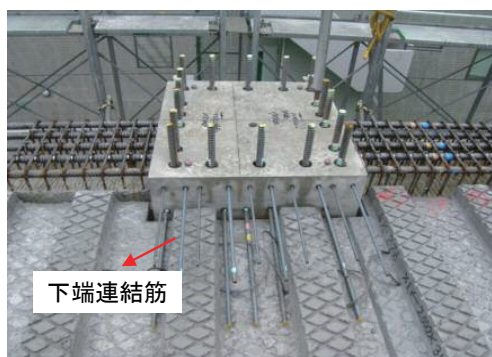


写真-4 柱周り納まり(例)

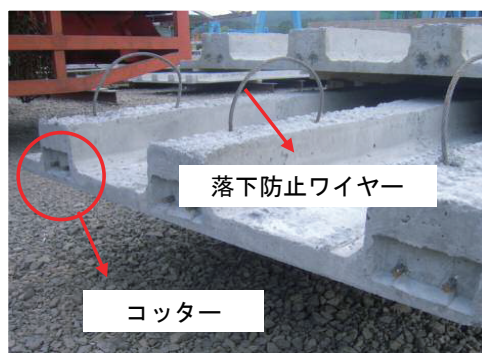


写真-5 コッターおよび落下防止ワイヤー

(2) 解決策

柱部に下端補強筋が配筋されるため,扇型スラブと干渉する柱周りに限り,厚みを 45mmとした。その際現形状では割れが発生してしまうため補強筋を配筋した。また,小口面のコッターに関しては端部の厚みを 45mmとしたことで小口面に設けることができなかったことから,側面コッターを採用することとした。扇型スラブ中心部は全て側面コッターあり,外周部は PC 鋼線をカットしている箇所に側面コッターを設けた。また,落下防止ワイヤーも両側に設けた。(写真-6)



写真-6 段差無し扇型床版(側面コッター部)

5. まとめ

- ①建物コーナー部において,扇型スラブを配置することにより,床版を支持するコーナー部の梁は不要となり,建築計画の自由度を向上させることができた。
- ②居住空間内に梁型がなくなることにより配管や間仕切りの自由度が上がり,将来のライフスタイルの変化に対応する可変性をもったユニバーサルデザインの設計思想にも適応できた。
- ③今回,扇型段差なしスラブを採用したことで計画上の様々なニーズに対応できるようになった。これにより,居住空間だけでなく,事務所建築等のフラットスラブにも対応できるようになり,更なる建築計画の自由度を向上させることが可能となった。

<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: 扇型段差付大型合成スラブの構造性能検証
- 4) 石田, 竹下ほか: 扇型段差付大型スラブの設計・施工
- 5) BCJ 評定-RC0151-08, コンクリート構造評定委員会: FR 板スラブ設計・施工要領書, 2013