

PC-S・PCaPC 造による免震建物の施工

— ゆうちょ銀行施設新築工事 —

Construction of The PC-S Aseismic Base Isolation Office Building

土肥和也*¹ 菊澤宏司*²

概 要

ゆうちょ銀行の施設新築工事において、PC-S・PCaPC 造による免震建物の施工に先立ち、使用する免震装置下部プレートと基礎コンクリートとの間に空隙ができないようにコンクリートによる充填性確認を目的とする実大試験を行った。

また、PC-S・PCaPC 造は施工実績が少ないハイブリット構造であり、PC 柱と PC 梁と PC-S 梁が取り合う部位での不具合を発生させないための事前確認・検討を行うことを目的として、実施工前に試験体による施工試験を行った。本報では、それらの試験結果と施工方法について報告する。

key words : 免震装置下部プレート、充填率、PC-S、ハイブリット構造

1. はじめに

本建物は、震度 6 強程度の大地震の際に建築基準法で定める人命確保と建物としての機能保持を目標とした耐震設計に加え、事務所エリアの大空間スペースを確保するために基礎免震構造と PC-S・PCaPC 造を採用している。基礎免震構造建物においては免震装置下部プレートに対する装置下部の基礎コンクリートの充填性が最重要管理項目とされており、コンクリート打設の実大施工試験を行うことで高品質な施工を目指した。

また近年、大空間スペースの確保を目的として高剛性で大スパンな建築が低コストで実現できる RC-S 混合構造（柱 RC+梁 S）が普及している。しかし、この RC-S 造には、①S 梁の「てこ作用」でせん断力が過大になる、②S 梁フランジの圧縮力による局部圧壊、③S 梁の拔出し等、構造の根幹に関わる多くの問題を有している。

本建物は、上記の柱 RC+梁 S の課題に対して、柱 PCa+梁 PC-S+梁 PCaPC の接合構造を採用している。ただし、新しい工法なので施工実績が少ない。そのため、PCa 柱と PCaPC 梁と PC-S 梁が取り合う部位での不具合が発生しない様に事前確認・検討を行う事を目的として、実施工前に試験体にて試験を行った。本報は、それらの試験の概要とその結果に基づいて決定した施工方法について報告する。

写真-1 に完成建物外観を、写真-2 に航空写真を示す。



写真-1 完成建物外観



写真-2 航空写真

*1 Kazuya DOHI

大阪支社建築部 作業所長

*2 Koji KIKUZAWA

大阪支社建築部

2. 工事概要

所在地	兵庫県伊丹市
発注者	株式会社ゆうちょ銀行
設計者	日本郵政一級建築士事務所
主要用途	事務所
構造	PC-S造、PCaPC造
階数	地上8階建
敷地面積	18,997.56m ²
建築面積	4,375.75m ²
延床面積	28,298.38m ²
建物高さ	GL+37.60m
工期	2018年4月26日～2020年10月12日

3. 免震装置下部基礎充填実大施工試験

3.1 検討項目

今回実施したコンクリート充填試験箇所の拡大図を図-1に示す。

基礎免震構造造物においては免震装置下部プレートに対する装置下部の基礎コンクリートの充填性が最重要管理項目であるが、実施工後の確認はできないため、実施工と同じ条件にて試験施工を行い、充填率を確認する。施工

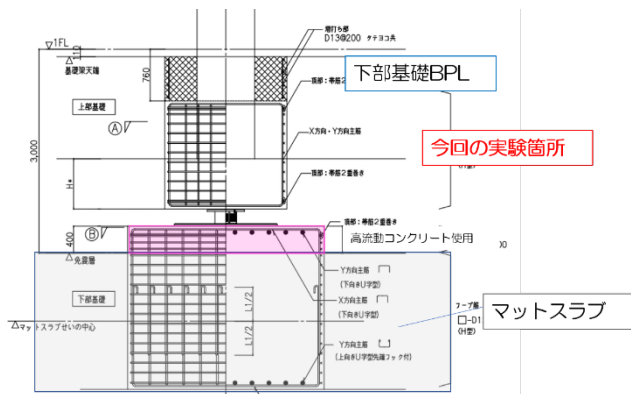


図-1 コンクリート充填試験箇所拡大図

方法確定後は、全ての基礎において施工再現性を確保できる計画とする。

ベースプレート下の充填率を確認するため、実際に使用する物と同形状のプレートを用意して試験を行った。マットスラブからベースプレートまで 400mm の部分が試験対象である。この部分に高流動コンクリートを打設し、BPL 下の充填状況を確認する。積層ゴム免震装置用の打設計画平面図を図-2に、断面図を図-3に示す。

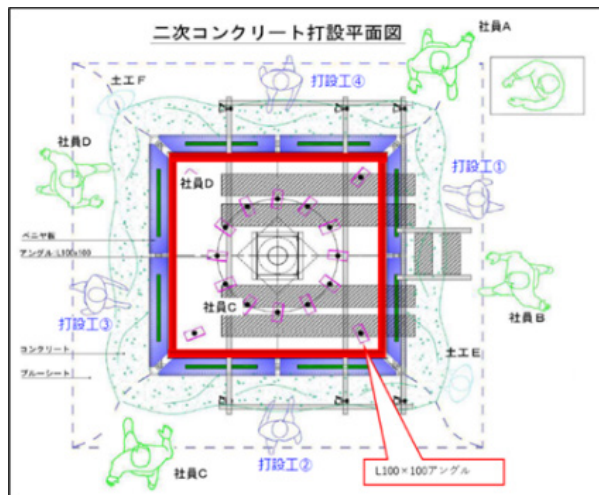


図-2 コンクリート打設計画平面図

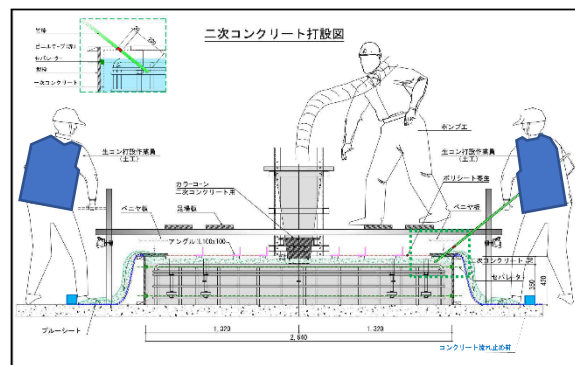


図-3 コンクリート打設計画断面図

表-1 免震基礎充填試験に関する条件書

項目	記事
充填試験計画	施工者の技術部が主体となって計画の立案を行う
	プラントの試験練りは監督者も立会い、最適なプラントを選定する
	全ての基礎において施工再現性を確保できる計画とする
コンクリート荷卸し時	セメント仕様(中庸熱→普通ポルトランド)の変更は認めない
	プラントにおいて荷卸し時のフレッシュ試験(フロー、空気量)を実施し現場との比較を行う
コンクリート現場受入れ	経時変化を 30-60-90 分で測定する(荷卸し時の試験との比較を行う)
	練り混ぜ開始から打込みまでは外気温に関わらず 90 分以内とする
	充填性を考慮し、フロー値が小さい場合は必要に応じて混和剤の現場添加を認める
コンクリート打設施工方法	施工試験において BPL は実物と同寸法、同厚のものとする
	BPL 下部には所定(メーカー規定量)の剥離剤を塗布することも可能とする
	ポンプ車施工の場合、実施工に応じた最長距離にて試験を実施する
	1つの基礎において、原則として1台のアジテータ車のコンクリートで施工する
一次コンクリート打設	バイブレータを使用しない
二次コンクリート打設	十分にオーバーフローさせると共に、オーバーフロー量を概略決めておく
合否判定	SSR、LRBに関わらず基礎を 30cm グリッド程度に分割して評価を行う
	各グリッドの充填率 90%以上、総グリッド平均 95%以上最大空隙面積 12.56cm ² 以内

3.2 合否判定基準

免震装置下部基礎充填実大試験について設計監理者から指示された条件を表-1にまとめた。関西地域の生コンプラントは指定された中庸熱ポルトランドセメントコンクリートを出荷できないため、設計監理者に了解をもらい、低熱ポルトランドセメントコンクリートに変更した。

コンクリートの発注から打設後のコンクリートの流動性の確認まで各条件が指示されており、合否判定は、ベースプレートの裏面にコンクリートの付着があれば不合格となる。充填率については、下部基礎表面を30cmグリッドに分割して評価し、各グリッドの充填率90%以上、総グリッド平均95%以上、最大空隙面積12.56cm²以内とする。

3.3 試験結果および考察

施工再現性を確保できる計画を立案し、実大試験に臨んだ。

1回目の充填試験では、充填率が各グリッド全て90%以上という合格判定に至らなかった。原因として考えられたのは、ポンプ車筒先まで送るのに必要なコンクリート数量を考慮していなかった(33mで約1.0m³)ため、2次コンクリートでオーバーフローするまで一度に打設できなかった。また、作業員の役割分担が不明確だった。1回目試験後の基礎表面状況を写真-3に示す。

2回目の施工試験では役割分担表を作成し、各自の役割を見える化した。『免震部建築施工管理技術者』資格を有する者を1名、各面社員1名ずつ、コンクリート打設工は各面1名ずつ計4名、さらに2名補助として配置した。

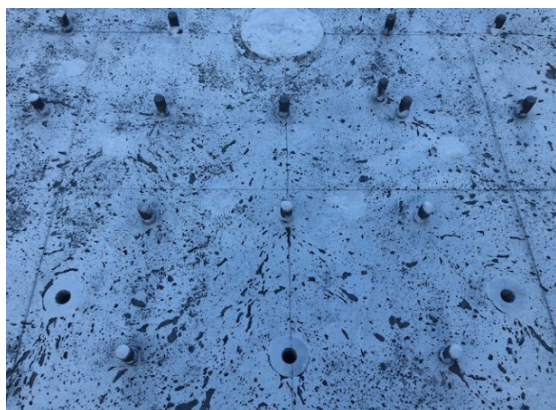


写真-3 1回目試験後基礎表面状況

2回目の役割分担を表-2に示す。

また、コンクリート数量配分表を表-3に記した。以上により、作業手順と役割分担、および各ステップの必要コンクリート量を明確にして実大試験第2回目を実施した。

2回目は、再使用した試験用ベースプレートの裏面処理が不適切であったため、プレート脱型時にコンクリート表面に大小の気泡が発生した。2回目の試験後基礎表面状況を写真-4に示す。

プレート裏面にコンクリート剥離剤を塗布して初回同様の状態にする計画であったが、塗布量が多すぎた。そこで塗布量を管理し、鉄部に使用する量として、40m²/Lと設定しSSR-S750の塗布量を130CC、RB-R1300の塗布量を75CCとして、余剰な剥離剤の塗布を防止した。

表-3 コンクリート数量配分表

免震装置下部プレート種類	FR2	FR3
コンクリート使用箇所	必要数量(m ³)	必要数量(m ³)
試験採取(30分)	0.06	0.06
ポンプ車ホッパーおよび配管	1.00	—
打設前廃棄	0.06	0.06
一次コンクリート	1.92	2.44
試験採取(60分)	0.06	0.06
二次コンクリート打設前廃棄	0.06	0.06
二次コンクリート	0.34	0.49
オーバーフロー	0.40	0.40
試験採取(90分)	0.06	0.06
ロス	0.16	0.16
合計	4.12	3.79
発注量	4.25	4.25
残コンクリート	0.13	0.46



写真-4 2回目試験後基礎表面状況

表-2 役割分担

施工配置者	配置場所	役割
免震部施工管理技術者	全体	各面打設担当
社員 A	西側	打設前準備の確認
社員 B	北側	一次コンクリート打設中の確認、誘導指示
社員 C	東側	一次コンクリートの打上げ高さの計測
社員 D	南側	静置時間中のエア抜け状況確認 二次コンクリートの誘導指示 空気穴の取付指示
社員 E	試験場所	コンクリート受入試験と経時変化測定確認
コンクリート打設班	打設場所	ポンプ工 2名、コンクリート工 6名(初回は4名)

3 回目は、1、2 回の不合格要因を改善し、表-2 の様に人員配置し、コンクリート打設前段取りからコンクリート打設後のオーバーフロー確認まで表-3 の数量予定通り施工できた。

打設時間についても検証した。実大試験を 2 回行い、2 回目のコンクリート流動性や、オーバーフロー状況が良好であったので、2 回目の使用時間を標準とした。

RB-R1300 (1,750×1,750) については一次コンクリート打設時間を 11 分、二次コンクリート打設時間を 2 分とした。滑り支承免震装置である SSR-S750 (2,190×2,190) については一次コンクリート打設時間を 11 分、二次コンクリート打設時間を 4 分とした。この打設時間割についても各基ともに実施できた。二次コンクリート打設状況を写真-5 に示す。コンクリート性状もよく、オーバーフローが良好なことが分かる。

第 3 回実大試験の結果写真を写真-6 に示した。充填率は 2 基ともグリット平均 99.8% で合格した。試験での施工方法が実施工でも再現できるように、1 日の基礎打設数量を 6 台までとした結果、実施工は再施工なく完了できた。



写真-5 3 回目実大試験状況



写真-6 3 回目試験後基礎表面状況

4. PC-S・PCaPC 造の実大試験

4.1 検証項目

今回採用している PC-S 造は施工実績が少ないので、実施工を行う前に実大試験体にて施工試験を行い、問題、懸

案事項を見いだして検証する事とした。試験体は 3 階 PC-S・PCaPC 梁および 2 階 PCa 柱で構成した。検証項目は以下の 4 項目とした。

- ①内エンドプレートの精度確保
- ②PC-S・PCaPC 部材建方手順確認
- ③目地モルタル充填確保
- ④プレストレス導入力確保

4.2 内エンドプレートの精度確保

内エンドプレートが PC 鋼棒および PC 鋼線の定着金物と密着して PC 鋼材へ導入力が均一に伝わり PC-S 造となる。そのため精度が重要である。溶接性能試験で製作工場の精度と溶接者の技量を確認した。

また、溶接性能試験を行い合格した有資格者を固定して施工することで、溶接部の精度を上げた。寸法確認、外観検査、溶接部の第三者検査とも合格し、内エンドプレートの精度を確保した。PC-S・PCaPC 造ハイブリット接合部を図-4 に示す。

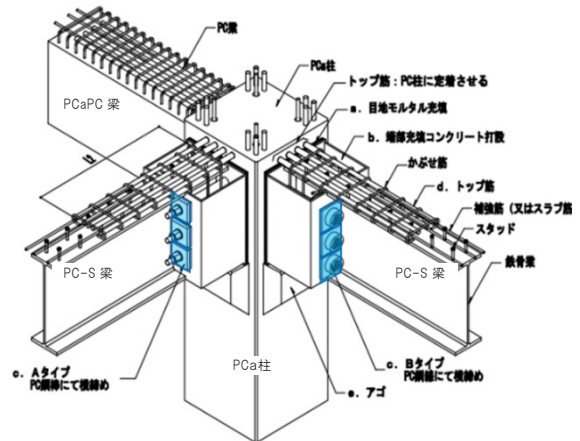


図-4 PC-S・PCaPC 造ハイブリット接合部

4.3 PC-S・PCaPC 部材建方手順確認

PC-S 部材の接合部を PC 構造とするため先行して S 梁端部にコンクリートを打設する。S 梁試験体を作業所に搬入し、PC-S 梁とするために圧着部分に配筋を施してコンクリートを打設した。その後 PC 製作工場へ返送し、PCa 柱と PCaPC 梁との組立手順確認を行った。実施工と同じ作業員を使い、実施工前に要領を確認した。

実際に建方確認を行うことで建方精度の重要性を確認できた。PC 工場の PCa 柱建方精度の施工管理値は±5mm だが、取り合う PC-S 梁の精度確保のため、当作業所では PCa 柱の建入れ目標管理値を±2mm とした。結果、PC および鉄骨の建方に不良なく上棟できた。PC-S 部材建方要領を図-5 に図示した。

4.4 目地モルタル充填確保

目地モルタルのフロー試験としてロート試験を実施した。PC 製作工場が北海道苫小牧だったため、練混ぜ水の温度が低くなった。そのため、フロー試験の基準値内である 6~10 秒に入らず 12 秒となってしまった。

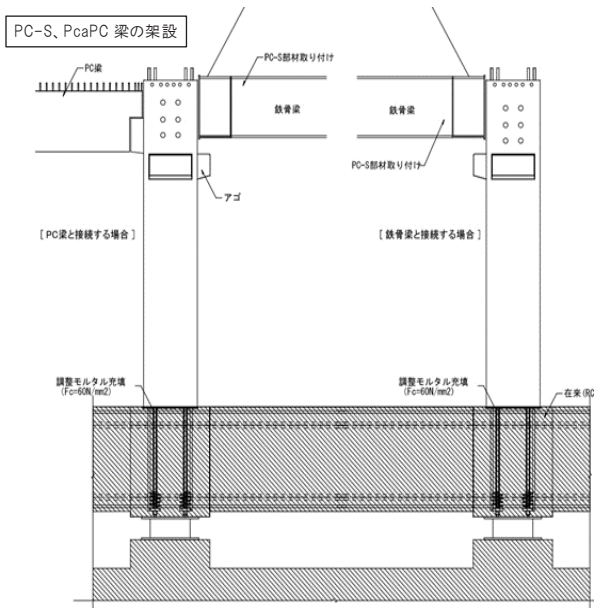


図-5 PC-S 部材建方要領

対策として、練混ぜ水をヒーターで温め、15℃にして再試験を行った。結果、9.65 秒で合格した。施工については、合格したモルタルを目地型枠内に流し込む作業で特に問題なく施工できた。ロート試験に確実に合格できるように、実施工では寒い時期にはロート試験を行う時と同様に水温管理を行った。ロート試験の状況を写真-7 に示す。



写真-7 ロート試験状況

4.5 プレストレス導入力確保

プレストレスについては、導入力と伸びについて緊張グラフで確認を行った。実施工においても全てこのグラフでPC 緊張管理を行い、全て合格範囲内入っていた。緊張管理グラフを図-6 に、緊張ジャッキ取付状況を写真-8 に、プレストレス導入力確認の状況を写真-9 に示す。

また、プレストレス導入の工程においては、下記 2 項目が合格することが次工程へ進む条件である。

- ①PC 鋼線にプレストレス力を導入する前に、充填目地モルタルの強度が $\sigma B=36N/mm^2$ 以上出ているか
- ②PC-S 圧着部のコンクリート強度が $\sigma B=30N/mm^2$ 以上出ているか

実施工でもそれぞれ供試体の強度を確認してからプレストレスを導入した。

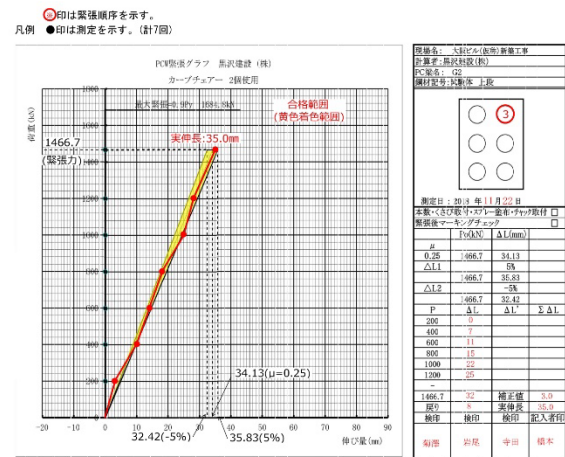


図-6 緊張管理グラフ



写真-8 緊張ジャッキ取付状況



写真-9 プレストレス導入力確認

5. まとめ

今回 2 項目の試験を行ったことにより、事前に問題事項を見出し、実施工において不合格等による再製作・再施工が無く竣工することができた。

特に免震装置下部基礎の実大施工試験の結果は、当社の事例においても最高の充填率となった。

作業所メンバーも今回の 2 つの実大試験は経験がなく一から計画して試験を行ったので、不安要素が多かったが、設計監理者に協力してもらい項目を精査し、見える化

した内容を全メンバーが理解して試験に臨んだ。各試験を行った結果、施工再現性のある施工方法を得ることができた。

PC-S・PCaPC のハイブリット構造部は実施工において次工程に大きく影響する管理ポイントが多く、工程管理についても試行錯誤した。実大試験で 4 項目について確認し、建方から PC 緊張までの施工フローを理解できたことで、実施工においてスムーズに工程管理ができた。

実大試験を実施し得られた経験と事前検討の重要性を今後の現場にも活かしていきたい。