



補強工事

- 電磁波レーダ法, 赤外線法により躯体コンクリートに損傷などの不具合の可能性
- 重錘落下試験により躯体の不具合を確認
- 当初予定にはない補強を提案

・コンクリートは土木分野で昭和6年にコンクリート標準示方書が、建築分野では昭和23年に建築工事標準仕様書JASS5鉄筋コンクリート工事が制定され統一された。
 ・レストハウスは昭和4年竣工のため規格が存在していなかった。

・豆板, 骨材の偏りなど特に1階で多く確認された。



・当初想定していた以上の躯体劣化が判明したこと、また被爆当時の部材を残し、撤去を最小限に抑えることが発注者の要望であったため、劣化部分に対して研り落とさず、そのまま修復・補強を行うことが可能なIPH工法(内圧充填接合 補強)を提案し、採用された。

IPH工法とは (内圧充填接合補強)

コンクリート構造物の劣化部分にエポキシ樹脂を注入することにより、構造物の長寿命化・強度回復を目指す工法

IPH工法の特長

◎空気と注入樹脂の置換

注入位置を穿孔し、台座及び注入器を取り付け、注入器のスリット部から注入開始時に躯体内部に存在する空気を抜き取り、注入樹脂と安定的に置換することが可能

◎高密度充填

躯体内部の空気を抜き取ることで負圧の状態を作り出すことにより、ごく微細なひび割れまで充填されやすい

◎強度回復・耐久性向上

高密度に充填されることから、圧縮強度及びコンクリートと鉄筋の付着強度が回復し、耐久性の向上も期待できるため構造物の長寿命化につながる

◎鉄筋防錆・中性化抑制

注入により鉄筋沿いに樹脂が回るため防錆効果を高め、中性化の進行を抑制することが可能

劣化状況確認→IPH工法施工状況

施工前

1階 丸柱



欠損部の補修工
鉄筋のケレン状況

錆除去



欠損部の補修工
鉄筋防錆剤塗布状況
(IPH # 300)



欠損部補修

材料確認(IPH # 600), 計量

主材, 混和液, 水



材料確認攪拌



欠損部補修材塗付け状況
(樹脂漏れ防止も兼ねている)



欠損部補修材塗付け完了

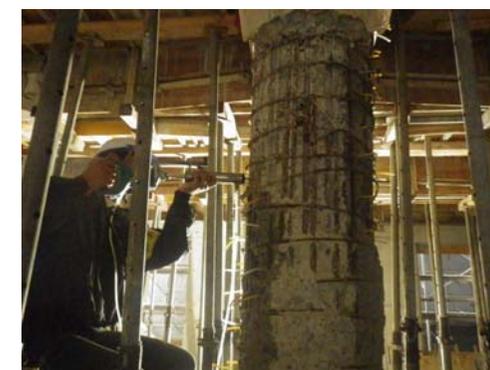
ここから樹脂注入に向けて準備



樹脂注入箇所の穿孔状況
(IPHミストダイヤ使用)



埋戻す前に穿孔し、チューブを
差し込み注入口を確保した



注入器具の台座取り付け状況
(JP台座をピックアップシールで取付)



樹脂注入準備
(湿潤対応型注入用エポキシ樹脂
E-396H)



IPHジャバラに充填

台座取付完了



IPHジャバラをIPHカプセルへセット



エポキシ樹脂注入スタート



加圧硬化養生状況



2階柱

丸柱全体、梁との接合部分
まで注入

加圧硬化養生状況

1階柱



加圧硬化養生状況

3階梁





1階 柱

カプセルなど撤去完了
IPH工法による補強工事は無事完了

注入効果を確認するために梁の側面からコアを採取し圧縮強度試験を行った結果「44.7N/mm2」まで強度が回復・上昇した

表 圧縮強度結果(参考値)

補強前(N/mm2)		補強後(N/mm2)	
16.6		25.5	
19.5	15.8	26.2	32.1
11.4		44.7	



2階 柱



3階 梁



現在の 観光案内所・売店
中央に見えるのが丸柱

施工に関して特に注意した点と感想

- 1)通常の注入ポイントとして36か所/m²(166mm間隔)として基準が定められていますが、本件に限っては鉄筋が過密であるため穿孔できる箇所にできるだけ多く注入ポイントを設けました。
- 2)標準の穿孔径はφ7×70mm程度ですが、実際穿孔を行うと抜ける感覚があったとのことで、想像通り内部空隙が多いことがわかり、さらに奥へ樹脂を入れるために200mm近く穿孔した箇所もありました。
- 3)丸柱のハンチ部分の空隙が特に多く、ハンチ部分を通じて梁部へ樹脂が充填されたのが分かったため、複数回に分けて(別日に)ハンチ部へ樹脂を充填させる対策をとりました。
- 4)どの施工箇所も注入を繰り返していくと、内部に注入される様子が分かったため想像通りの工事ができたと思っております。
- 5)構造物の形を変えることなく耐力を回復させることができる、まさにIPH工法が適している現場であったと思います。



ご清聴ありがとうございました。