

埋設型枠工法における内部コンクリートの非破壊検査に関する実験的検討

鹿島建設(株) 正会員 ○光山恵生 渡邊有寿 柳井修司
カジマ・リノベイト(株) 正会員 小山一夫 前山篤史

1. はじめに

埋設型枠工法は、プレキャストコンクリート製パネル（以下、PCa パネルとする）を構造物の外殻として内部に現場でコンクリートを打ち込む（以下、現場打ちコンクリートとする）工法であり、構造物の長寿命化、施工の省力化、環境負荷低減など多くの利点を有する工法である。一方、従来工法と違い躯体表面が PCa パネルとなるため、①現場打ちコンクリートの初期欠陥が直接目視にて確認できないこと、②鉄筋かぶりの計測方法が確立されていないことなど、施工管理や検査を行う上での課題がある。本報では、有機繊維（ポリプロピレン製）を用いた高強度繊維補強 PCa パネルを外殻とし、現場打ちコンクリートの初期欠陥を模擬した RC 供試体を用いて、既存の非破壊検査技術の適用性を検証した結果について報告する。

2. 実験の概要

(1) 供試体の作製概要

写真-1 に現場打ちコンクリート打込み前の供試体の写真を、図-1 に模擬した初期欠陥の配置状況を示す。本検討で使用した供試体は、長さ 2.0m・高さ 0.9m・厚さ 60 mm の PCa パネルを四方に組み立て、その内部に鉄筋と初期欠陥を模擬した上で、現場打ちコンクリート（40 12 20N）を打ち込んだものである。以下に、初期欠陥の模擬方法を示す。

- ① 豆板 : 幅 20 cm・高さ 35 cm・厚さ 5 cm のブロック状のポラスコンクリートおよび $\phi 3$ cm ~ 5 cm の半球状の発泡スチロールを PCa パネル背面に貼付
- ② 縁切れ : パネル背面に 0.6m×0.9m のポリエステル（以下、PET とする）製シートを貼付
- ③ 空洞 : 一辺 10 cm の立方体状の発泡スチロールを、PCa パネルからの離れ 0 cm・10 cm・20 cm の位置に設置
- ④ コールドジョイント : 現場打ちコンクリートの打重ね部を 0.6m×0.9m の PET 製シートで縁切り

なお、PCa パネルの内側は、打継処理によって繊維を毛羽立たせ、現場打ちコンクリートとの一体化を図った。



写真-1 打設前の供試体

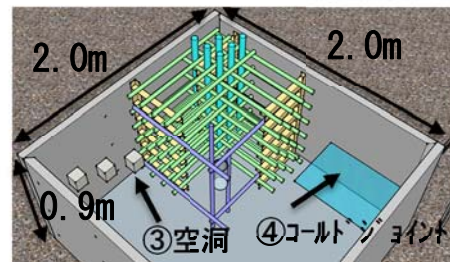
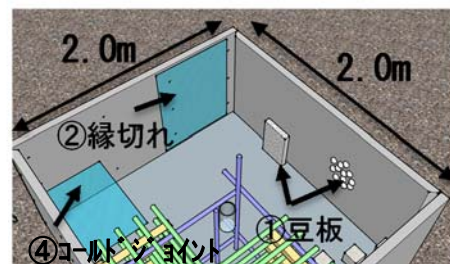


図-1 鉄筋と初期欠陥の配置状況

(2) 非破壊検査技術

表-2 に今回の実験で適用性を検討した非破壊検査技術と非破壊検査を実施した時点での現場打ちコンクリートの材齢を示す。

表-2 適用性を検討した非破壊検査技術と現場打ちコンクリートの材齢

非破壊検査技術	機種	検査方式	検査対象					材齢
			かぶり厚	豆板	縁切れ	空洞	CJ*	
コンクリートテストハンマー	K 社製 R-7500	反発硬度式	—	○	○	○	○	47 日
RC レーダー	H 社製 PS1000X	電磁波レーダー式	○	○	○	○	○	64 日

※CJ: コールドジョイント

3. 検討結果

(1) コンクリートテストハンマー

健全部と初期欠陥部の反発度を比較することで、初期欠陥を検知できるか否かを検証した。図-2 に今回の試験

キーワード: 埋設型枠, 非破壊検査, 高強度繊維補強モルタル, 初期欠陥

連絡先 〒182-0025 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL 042-489-6736

で得られた反発度を示す。なお、反発度の測定は3 cm間隔で各25回ずつ行った。健全部・豆板・空洞・縁切れ・コールドジョイントを模擬した位置にて計測を行った結果、PCa パネル背面に0.5 m²のPET製シートを配置した縁切れ部分において打音・反発度ともに健全部と明確な違いが現れた。これは、PCa パネルと内部コンクリートが少なくとも0.5 m²程度の付着切れを起こしているとき、打撃方式の検査によって検知できることを示唆するものと判断された。ただし、どの程度の付着切れ面積まで検知できるかは不明確であり、より詳細な検討が必要である。一方、その他の初期欠陥部（豆板、空洞、コールドジョイント）では健全部と明確な違いが現れなかった。

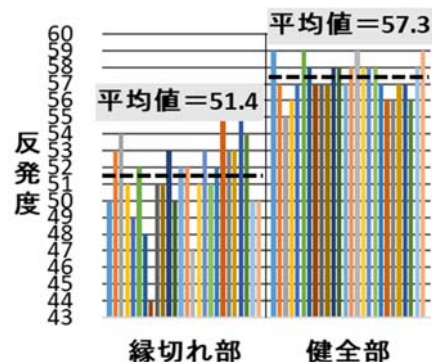


図-2 テストハンマー試験結果

(2) RC レーダー

図-3、図-4 および図-5 に測定結果を示す。PCa パネルに含まれる有機系短繊維の影響やPCa パネルと現場打ちコンクリートによる合成構造の影響はなく、かぶり・豆板・空洞の計測が可能であり、現場打ちコンクリートの状況が画像によって判断できることが分かった（健全部が青色、鉄筋または空隙が赤色で表示）。ただし、今回のRCレーダーの仕様では、空洞を模擬した位置において、PCa パネルからの離れが15 cmまでは精密に検知できていたが、離れが20 cmの位置では、空洞そのものを検知できなかった。

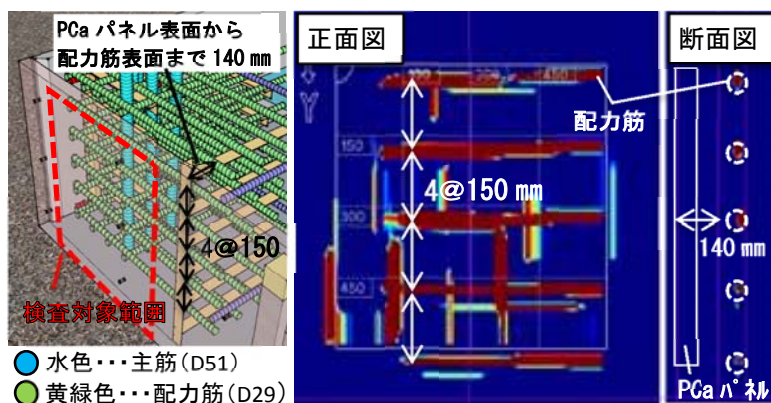


図-3 RCレーダーによる鉄筋の検知画像

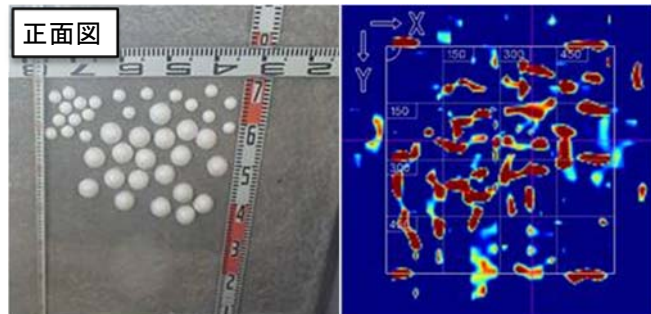


図-4 RCレーダーによる豆板の検知画像

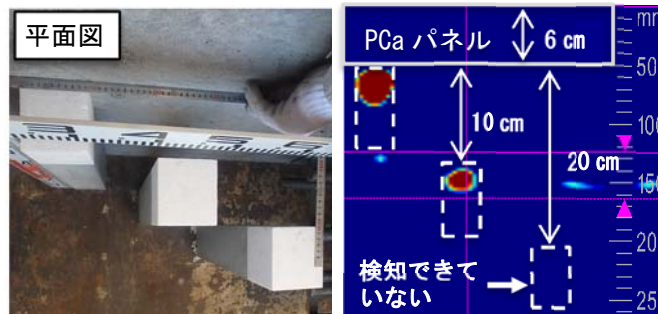


図-5 RCレーダーによる空隙の検知画像

4. まとめ

表-3 に今回の実験における非破壊検査技術の適用性の結果一覧を示す。PCa パネルと現場打ちコンクリートの縁切れについては、シュミットハンマーによる反発度の測定や打音検査によって検知できることが分かった。また、かぶり、豆板、空洞については深さ15 cm程度であればRCレーダーによって検知できることが分かった。つまり、コンクリートテストハンマーとRCレーダーを複合して使用することで、かぶり、豆板、縁切れ、空洞を検知できるものと判断された。一方、今回の実験においてはコールドジョイントを模擬した位置については、検知することができなかった。

今後、本供試体を用いて、超音波法・赤外線法などのさまざまな非破壊検査技術の探索を行う。また、打込み中に現場打ちコンクリートの初期欠陥を防ぐための確認手法も含めて検討していく。

参考文献

- 睦好ら：コンクリート構造物における埋設型枠・プレハブ鉄筋に関するガイドライン，平成30年6月
- 本田智昭ら：有機繊維を用いた埋設型枠の性能と適用事例，土木学会第70回年次学術講演会講演概要集，PP. 347-348，2015，9。

表-3 非破壊検査技術の適用性結果一覧

	コンクリート テストハンマー	RC レーダー
かぶり	×	○
豆板	×	○
縁切れ	○	×
空洞	×	○
コールドジョイント	×	×