

鉄筋コンクリート構造物の点検に関する教育手法についての検討

香川高等専門学校 賛助会員 木村 真人 正会員 林 和彦
フェロー会員 入江 正樹 正会員 松山 哲也
正会員 長谷川雄基 正会員 松本 将之

1. はじめに

既存の構造物を適切に維持管理し、長寿命化を図ることが、建設に関わるライフサイクルコストを抑えながら社会資本を維持していくために必要である。その中でも正確に点検を行うことが、構造物の劣化、損傷に対して早期の対応が可能になり、費用の削減と長寿命化の両立につながる。しかしながら、日本の技術者人口は減少しており、点検に関する知識、経験、技術力の低下が問題となり、現状では望ましい技術レベルでの点検が行えていないとの指摘もある。そのため、本研究では鉄筋コンクリート構造物の点検技術の向上を意図とした、鉄筋コンクリート構造物の教育教材について、必要な要件や課題を抽出し、教育方法を提案することを目的とする。

2. 供試体設計

鉄筋コンクリート構造物の点検に関して、本研究においては多く行われている打音検査、鉄筋探査として、電磁波レーダー、電磁誘導法を取り上げた。これらの点検方法において調査可能な劣化や損傷にはコンクリートの豆板(ジャンカ)や空洞、鉄筋位置やかぶり、非金属の埋没物が挙げられる。

模擬欠陥には、欠陥の大きさや深さ、使用される鉄筋の種類などは、実構造物で想定される幅を持たせ、教材を用いてあらゆる範囲で点検機器の使い方を学べるようにする。教材が備えるべき要件を検討した結果、使用可能材料や、実現したい構造状態を表-1に示す。

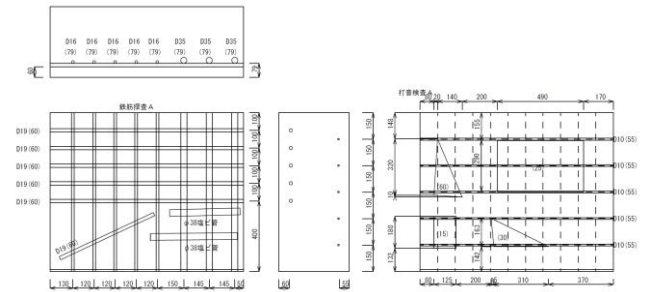
表-1 供試体作製条件

供試体サイズ	高さ900mm×幅1100mm×奥行400mm
鉄筋径の変化を持たす	D6,10,16,19,22,25,35の鉄筋が使用可能 (D16は配筋筋に、D22、25は主筋に主に使われる)
鉄筋かぶりの変化	かぶりの変化を与えることにより鉄筋探査の難易度を上げる 実構造物にあり得る配筋のずれを再現する
斜め配筋	鉄筋を斜めに配筋することで、配筋方法に幅を持たせて探査難易度を上げる
非金属	塩化ビニル管 (VP30) を埋没物の再現に用いる
模擬空洞	スタイロフォームを用いる 打音点検用の模擬空洞を配置する
2段配筋	2段に配筋することで重なった鉄筋の探査を可能にする

表-1 の条件をもとに本研究ではそれぞれの構造条件の範囲を大きく取りながら、与えることのできる条件の数を確保するために、供試体を2つ製作した。

2.1 供試体 A

鉄筋探索面には鉄筋径 D16, 19, 35 を用いて、一般的な配筋を再現するために、主鉄筋と配力鉄筋が直交した1層のシングル配筋を再現した。鉄筋径の変化、斜め配筋も設定した。塩ビ管 (VP30) を用いて非金属の空洞を設定した。打音検査面には、スタイロフォーム (厚さ 25 mm, 50 mm) を用いて模擬空洞を作製した。スタイロフォームを埋設する深さは 15, 25, 30, 60mm とし、配置はランダムである。供試体 A の設計図を図-1に示す。(図内の数値は mm 単位、括弧内の数値はかぶり深さである)



※単位：mm、括弧内数値はかぶり(mm)

図-1 供試体 A の配筋および欠陥部の配置状況

2.2 供試体 B

鉄筋探索面に D19 を水平方向に 4 本等間隔で配筋、鉛直方向に D19 を 7 本、鉄筋かぶりに変化を与え 10, 15, 30, 80, 100, 150, 200(mm)に設定した。また、ダブル配筋として D19 を 6 本配筋した。打音検査面にはスタイロフォームを用いて、模擬空洞を作製。深さは 20, 30, 35, 65(mm)を設定し、空洞の配置はランダムとした。かぶりを様々に変化させた鉄筋を正確に配置するために孔をあけた底板と天板で鉄筋を保持することで、コンクリート打込み時に動かないようにした。供試体 B の設計を図-2に示す。

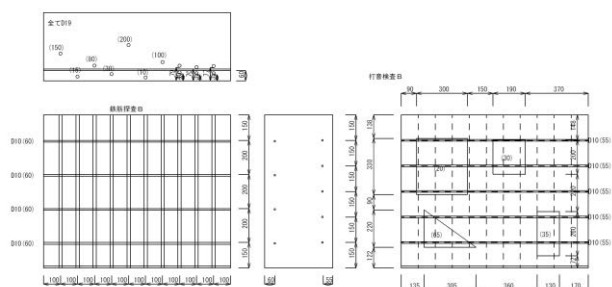


図-2 供試体 B の配筋および欠陥部の配置状況

3. 打音検査

打音検査は、広く行われる非破壊検査である。検査方法は、ハンマーで叩いた際の音から、コンクリート内部の状態を把握する。一般に、内部にひび割れ等があり浮いた状態であれば乾いた、高い音がする。供試体内部の構造状態は被験者には開示せず、打音検査を行い、空洞位置、深さの程度を解答用紙に記入させた。被験者は学生 11 名、日本コンクリート工学会コンクリート診断士の資格を有する技術者 9 名とした。

3.1 結果と考察

内部構造の設計図と解答例を図-3 に示す。

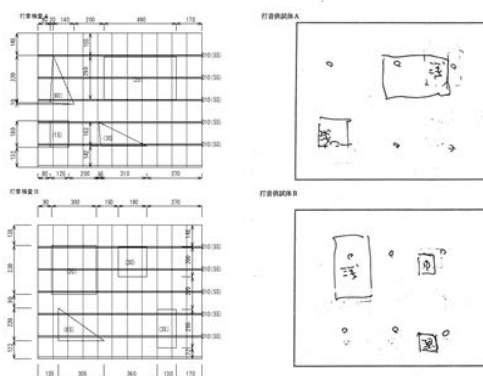


図-3 設計図と解答の一例

図-3 からある程度浅い空洞は探査できているが範囲、深さともに曖昧であるといえる。また、深さ 60mm を超える空洞は探査できていない。要因として、そもそも打音検査の経験がなく、深さと音の高さの違いの相関性がわからないと考えられる。深さ 60 mm を超える空洞に関しては人間の聴力では判別できないと考えられる。試験実施方法の改善策として、テスト用とは別に練習用（音のサンプル）があると、音の違いを比較できるため、精度が向上すると考えられる。また、解答用紙に写し取る際のガイドとしてメッシュを書いておくことも有効であると考えた。

改善策を施した供試体を図-4 に、打音検査の結果の一例を図-5 にそれぞれ示す。改善後の被験者は学生 3

名である。



図 4 改善後の打音供試体

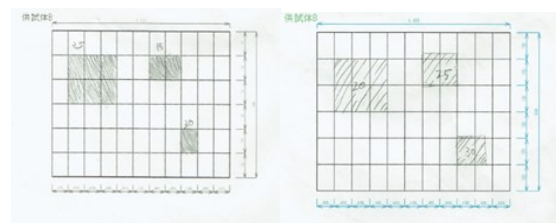


図-5 改善後の解答の一例

図-5 よりメッシュと音サンプルを用いて打音検査を行うほうが正確に空洞の位置把握できている。したがってメッシュや音サンプルを用いることは教育用供試体としては有効であると考えられる。

4. 鉄筋探査

電磁波レーダー法及び電磁誘導法にて打音検査と同様に鉄筋探査の講習を体験的に行った。電磁波レーダー法にて鉄筋を探査する際に、今回の供試体では鉄筋のピッチが狭く探査しづらいことが分かった。電磁誘導法においては、鉄筋位置や深さは正確に探査できたが、用いた供試体が打設 2 日後、脱型 1 日のため水分が多く含まれており、誘導率に影響を与えた。ダブル配筋の探査は、電磁誘導法では不可能であり、電磁レーダー法においても鉄筋間隔が狭く正しく行えなかった。探査の難しい複雑な構造状態のものだけでなく単純な構造のものを製作すると、より点検機器の使い方に着目して教育しやすいと考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた内容を以下にまとめる。

- 1) 打音検査において、音のサンプルを用いて講習することで試験者の点検精度を上げることができる。これを繰り返すことで経験を深め点検技術の向上につながる。
- 2) 鉄筋探査においては、探査の難しい構造状態のもののみでなく、探査しやすい単純な構造のものを製作することが望ましい。まず点検機器の使用方法に関する教育を行い、その後難しい構造のもので技術向上をはかるといった段階を踏むことが可能になる。