

未経験者による点検用ハンマーを用いた コンクリートの強度変動の推定限界

東京理科大学 学生会員 宮野 雄一朗 東京理科大学 正会員 辻 正哲
 東京理科大学 仲田 絵美子 東京理科大学 森田 亜美
 東京理科大学 初瀬川 芳典 東京理科大学 船曳 健太

1.はじめに

構造物のコンクリートの強度が極端に低下している箇所や欠陥の検出に、点検用ハンマーを用いた打音検査が、簡易でかつ迅速に対応できることから幅広く用いられている。しかし、現在広く用いられている打音検査は、それを実施する人の技量によって結果がかなり変化するという課題が残されている。また、この検査方法によって検出できるコンクリート強度の変化がどの程度であるのか等、不明な点も数多くある。

本研究では、強度や使用する骨材を変化させたコンクリートに対して、全く経験を有しない素人の学生が点検用ハンマー（ヘッドの質量：250g、柄の長さ：390mm）でコンクリートを叩き、強度の大小および欠陥を推定した結果より、区別できる強度変動の程度について報告する。なお、本研究の調査では、打音検査の経験が全く無い本学土木工学科2年生の学生約100人を対象とした。また、供試体には単なる番号のみを付し、強いと思われるものからの順をアンケート用紙に記入する方法とした。

実験では、シリーズ1として、川砂・砕石を用いたコンクリートにおいて点検用ハンマーで検出できる強度変動の限界を調査した。また、シリーズ2として、骨材に軽量骨材および再生骨材を使用し

た場合についての実験を行った。

2.川砂・砕石を用いたコンクリートの強度変動の推定限界（シリーズ1）

(1)実験概要

使用したセメントは、普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ）である。また、骨材には鬼怒川産川砂（密度 2.59g/cm^3 ）および山梨産砕石（密度 2.69g/cm^3 ）を用いた。強度変動の推定限界の調査では、対象となる学生を16～17人程度の6つのグループ（A～F）に分け、強度の異なる2種類のコンクリートについて、「強いコンクリート程、よく跳ね返り、高い音がする」ということだけを説明したうえで、点検用ハンマーで叩き、強度が大きいと推定した方の供試体を挙げてもらった。なお、調査に用いた供試体には、コンクリートの打込み後24時間で脱型、材齢28日まで20日間の水中養生後、気中で24時間乾燥させた $150\times 150\times 530\text{mm}$ の角柱を用いた。

(2)実験結果および考察

2つの供試体の圧縮強度の差と正解者の割合の関係は、表-1 および図-1 に示す通りである。圧縮強度の差が 5N/mm^2 付近で正解者の割合が80%程度、 10N/mm^2 付近で90%程度となり、 15N/mm^2 程度の差では100%の正解率が得られた。このことより、圧縮強度の変動が 5N/mm^2 程度であって

表-1 圧縮強度差と正解率

グループ	A		B		C		D		E		F	
圧縮強度 (N/mm^2)	44.8	48.0	45.3	41.4	44.2	49.2	43.9	34.8	32.3	41.8	37.2	53.0
圧縮強度差 (N/mm^2)	3.2		3.9		5.0		9.1		9.5		12.8	
正解率 (%)	80		81		81		94		87		100	

キーワード：点検 打音検査法 点検用ハンマー 動弾性係数 コンクリート

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学理工学部土木工学科

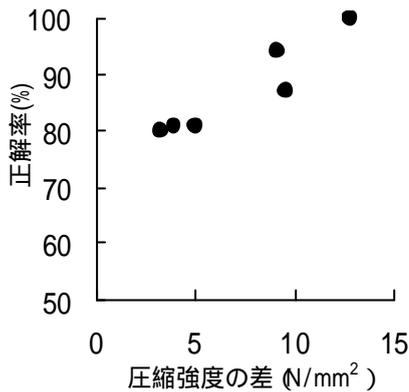


図-1 圧縮強度の差と正解率の関係

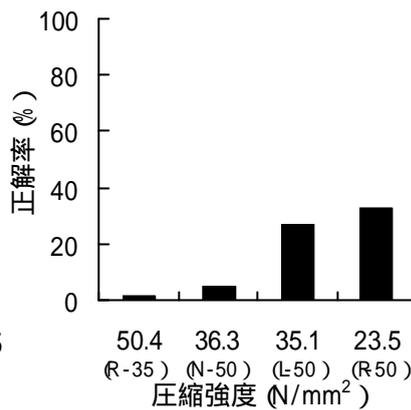


図-2 圧縮強度と正解率の関係

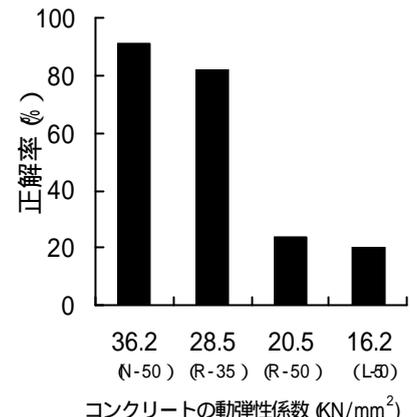


図-3 動弾性係数と正解率の関係

も、経験の無い学生が点検用ハンマーによって相対的に強度の比較を十分行える可能性があると思われる。

3.異なる種類の骨材を用いたコンクリートの強度変動の推定限界 (シリーズ2)

(1)実験概要

使用したセメントは、普通ポルトランドセメントである。川砂および砕石を用いた水セメント比50% (N-50)のコンクリート、メサライト (粗骨材密度 1.84g/cm³, 細骨材密度 1.64g/cm³)を用いた水セメント比50% (L-50)の軽量骨材コンクリート、水セメント比が70%の原コンクリートをジョークラッシャで破碎しふるい分けを行って製造した低品質の再生骨材 (粗骨材密度 2.40g/cm³, 細骨材密度 2.32g/cm³)を使用した水セメント比50% (R-50)および水結合材比35% (R-35)の再生骨材コンクリートを用いた。なお、空気量の調整にはAE剤を用いた。水結合材比35%の再生骨材コンクリートの製造には、混和材としてシリカフューム (密度 2.20g/cm³)を、また混和剤としてポリカルボン酸系の高性能AE減水剤を用いた。

実験に用いた供試体の寸法および作成方法はシリーズ1と同様である。そして、学生約100人を対象として、使用骨材の異なるN-50, L-50, R-35, R-50の4種類のコンクリートの強度を比較してもらった。

(2)実験結果および考察

図-2は、骨材の種類の異なるコンクリートの実際の強度順位と学生が推定した順位が一致した人数の百分率を正解率として表したものである。N-50とR-35の正解率が極端に低下している。こ

れは強度の順位が2番目に大きいN-50を叩くとR-35の場合よりも高い音がし、R-35の方が強度は高いにもかかわらず順位を取り違えた者が非常に多かったことによる。また、軽量骨材コンクリートの強度を実際よりも小さ目に推定する傾向にあり、L-50とR-50の取り違えも多かった。

図-3は、実強度ではなく、動弾性係数の大きいもの程高強度であると仮定し、アンケート結果を整理し直したものである。強度順の推定では10%以下であったN-50とR-35の正解率はいずれも90%以上となった。また、圧縮強度の差が10N/mm²以上あったL-50とR-50は動弾性係数が20.5kN/mm²以下と小さいことに加え、動弾性係数の差が4kN/mm²程度と小さいことから取り違えが多くなっていると考えられる。

4.まとめ

打音検査の経験が全く無い学生を対象とし調査したところ、川砂・砕石を使用した場合は、圧縮強度の差が5N/mm²程度であっても点検用ハンマーでコンクリート表面を叩くだけで80%以上の学生が強度の大小を正しく区別できた。さらに、圧縮強度の差が15N/mm²程度になると、全員の学生がその大小を区別することができた。しかし、骨材に軽量骨材や再生骨材を用いた場合は、正しく区別できる割合が低下する傾向にあった。また点検用ハンマーを用いて強度を推定する際は、動弾性係数が高い順に強度も高いと推定してしまう傾向があった。これらのことから、コンクリートの種類が一定で強度と動弾性係数が比例関係にあるようなコンクリートの場合には、点検用ハンマーを用いた点検は有効な手段であると考えられる。