

高強度域における反発度によるコンクリートの強度推定に関する考察

正会員 ○ 田中 齊
高橋 光広

反発度 コンクリートコア強度 高強度域
強度推定

1.はじめに

リバウンドハンマーによる反発度を用いたコンクリート強度の推定は、コンクリートコアによる圧縮試験と組み合わせた適用が原則である。ただし、材齢に伴う強度発現の確認や木造住宅の基礎コンクリートなどの種類や規模に応じて、反発度を用いた強度推定によって強度調査や判定が適用される。

一方、既往の強度推定式を適用した反発度による強度推定では、 $35\sim40\text{N/mm}^2$ 程度を超える高強度域の場合での強度値を低く推定される傾向が指摘¹⁾されている。

高強度コンクリートを対象とした構造体コンクリート強度の調査の際に、反発度とコンクリートコアの圧縮強度の比較、並びに反発度を用いた強度推定式の検討を行い、高強度域向けの強度推定式としての有効性を確認したので、ここに報告する。

2. 調査内容

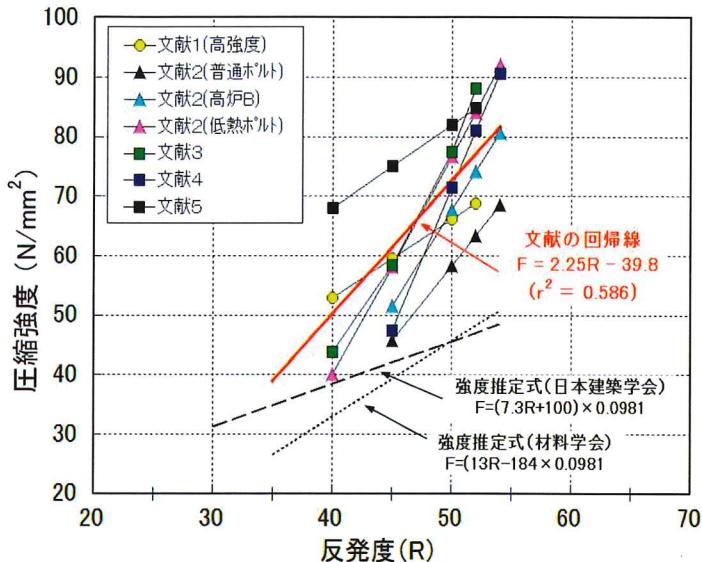
(1) 概要

反発度の測定は、現行 JIS A 1155 の反発度測定に従うものとし、2012~2017年におけるコンクリート工事の際に調査(A~K)を表-1により実施した。

表-1 調査概要

使用機器	JIS A 1155 に規定のリバウンドハンマー
反発度	30mm 間隔とした有効打撃数 9 点の平均値
打撃対象	普通コンクリート(柱、梁、壁部材の構造体コンクリート) (コンクリートの圧縮強度の範囲: $30\sim80\text{ N/mm}^2$)
打撃面	気乾状態の型枠成形垂直面 ・気乾状態のため含水による補正なし ・垂直面(水平方向)打撃のため方向による補正なし
調査材齢	経過材齢 2 週~1 年まで(材齢補正なし)
強度比較	ほぼ同位置のコンクリートコアの圧縮強度と比較

- (2) 調査 A による反発度とコンクリートコア圧縮強度との関係と既往の文献による高強度域における反発度とコアの圧縮強度の関係を比較した。
- (3) その後の調査を加えた全調査(A~K)及び既往の文献による高強度域における反発度とコアの圧縮強度の関係を比較した。また、これらに基づき高強度域向けの反発度を用いた強度推定式の検討を行った。



文献 1	濱、添田 他 : 反発硬度法による高強度・高流動コンクリートの強度推定に関する実験 土木学会第56回年次学術講演会(V-429)、2001年10月
文献 2	菅、佐藤 他 : 高強度コンクリートに対するテストハンマーの開発(その1) 日本建築学会大会(北陸)学術論文集(No.1305)、2002年8月
文献 3	斯波、高見 他 : リバウンドハンマーによる強度推定に及ぼす各種要因 コンクリート工学年次論文集、Vol.26 No.1、2004年、p.1821~1826
文献 4	毛利、屋田 他 : 高強度コンクリートのリバウンドハンマーの適用性に関する実験的検討 日本建築学会九州支部研究報告、第44号、2005年3月、p.29~32
文献 5	稻富、渡部 他 : 反発度法による高強度構造体コンクリートの強度推定 日本建築学会大会(中国)学術論文集(No.1389)、2008年9月

図-1 文献による高強度域の反発度とコア圧縮強度の関係

3. 結果

- (1) 既往文献による反発度とコンクリートコアの圧縮強度の関係を図-1に示す。図-1の下表の既往文献では、各種のセメントを用いた材齢 2 週~1 年までの高強度コンクリートを対象に反発度とコアによる圧縮強度などが報告されている。これら文献によってはやや異なる傾向もみられるが、高強度コンクリートの場合、これまで適用されている日本建築学会や材料学会による強度推定式では、圧縮強度を低く推定する傾向にあるといえる。また、文献による反発度と圧縮強度の関係の回帰線を図-1に示す。この回帰線(式)は、高強度域の反発度を用いた強度推定式として利用できる可能性がある。

(2) 調査 A による反発度とコアの圧縮強度の関係及び前掲の文献による反発度とコンクリートコアの圧縮強度の回帰線を図-2 に示す。

文献による回帰線は、調査 A による反発度に応じるコアの圧縮強度の分布範囲のほぼ下限に位置するものであった。また、調査 A による反発度に応じるコアの圧縮強度は、日本建築学会や材料学会による強度推定式に比べて大きく、文献による回帰線の方が調査 A のコアの圧縮強度の実態に近いものであった。

(3) その後の調査を加えた 2012~2017 年のコンクリート工事において実施した全調査(A~K)による反発度とコアの圧縮強度の関係を図-3 に示す。また、前掲の文献及び当報告の全調査(A~K)の結果によって求めた回帰線を図-3 に示した。これは、高強度域の反発度とコア強度との関係を現わすものであり、反発度による強度推定式として有効と判断される。

(4) 高強度域を対象とした反発度による強度推定式は、学協会等によって提示又は制定されるのが望ましい。

ただし、現在、高強度域を対象とした反発度による強度推定式が示されていないことから、前掲の文献及び当報告の全調査(A~K)の結果によって求めた回帰式を高強度域向けの反発度による暫定的な強度推定式として、下記のように提案する。なお、下記の強度推定式には、現行の JIS A 1155 に規定されるリバウンドハンマーを用いて得られる反発度を適用するものとする。

$$F = 2.08 \times R - 31.2$$

ここに F : 推定圧縮強度 (N/mm^2)
 R : 反発度

[適用原則]

- 1) 圧縮強度の範囲は $30 \sim 80 N/mm^2$ とする。
 - 2) 下記の条件を原則とする。
 - ・試験材齢 2 週～1 年とする。
 - ・気乾状態の部材垂直面を対象とする。
- 〔なお、打撃方向、含水状態及び材齢による補正を行なう場合には、実施者に委ねる。〕

4. まとめ

コンクリート工事において実施した現行 JIS によるリバウンドハンマーを用いた高強度コンクリートを対象とした構造体コンクリートの反発度とコアの圧縮強度の調査によって、以下の結論を得た。

- (1) 高強度域では、日本建築学会や材料学会による強度推定式によるとコンクリートの圧縮強度を低く推定する傾向にある。
- (2) 本報告にあげた文献による回帰線は、高強度域における反発度とコアによる圧縮強度の関係の実態に近いものであった。

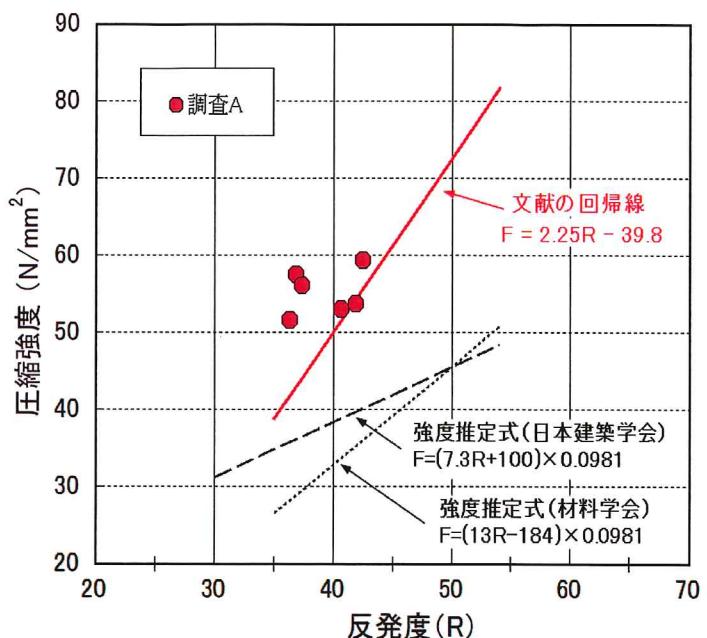


図-2 調査 A による反発度とコアの圧縮強度の関係

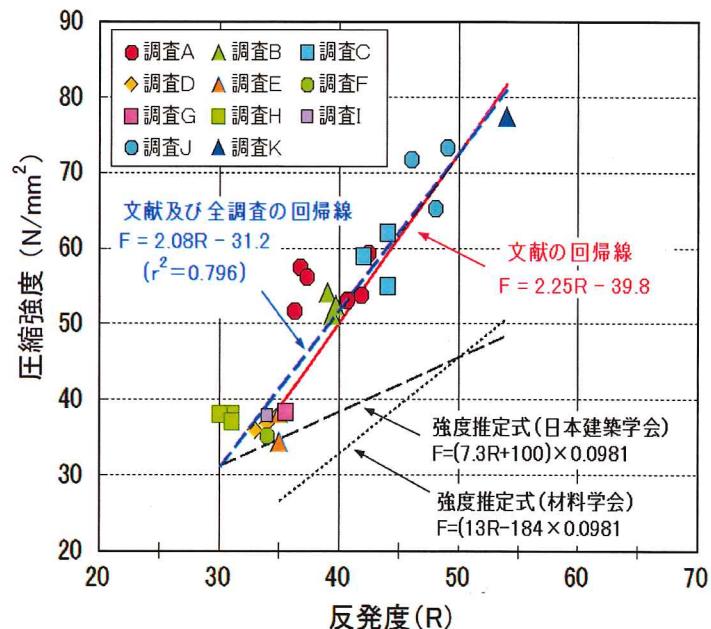


図-3 反発度とコアの圧縮強度の関係

- (3) 文献及び当報告の全調査の結果により求めた回帰式は、高強度域向けの反発度による強度推定式として有効であり、これを暫定的な式として提案する。

[参考文献]

図-1にあげた既往文献

[謝辞]

本報告をまとめるにあたり、多くのコンクリート工事の際に実施した調査データを用いました。それら工事の関係者に感謝を申し上げます。