

リバウンドハンマによる強度推定に関する検討

土木研究所 正会員 森濱 和正

1. はじめに

昨年、本会において橋梁上部工、下部工のコンクリート強度を、リバウンドハンマによって推定した結果を報告した（以下、前報）¹⁾。前報のコンクリートの種類は、セメントが普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、高炉セメントB種の3種類、呼び強度は24、27、30、36の4種類である。実験は、養生方法が異なる円柱供試体の反発度と強度の関係と、構造体の反発度を測定し、一般によく用いられている材料学会式と、円柱供試体による反発度と強度の関係を累乗式によって回帰した式（実験式）を用いて強度の推定を行なった。構造体の打撃は、すべて側面を水平（打撃角度0度）に行い、反発度を求めた。その結果、材料学会式はコア強度に対して±50%程度のバラツキがあり、小さく推定する傾向があった。この実験によって求めた実験式を用いることにより、材料学会式のように小さく推定するというような偏りはなくなり、バラツキも±30%程度に改善された。

今回は、ボックスカルバートの強度推定を行なった。前報との違いは、打撃角度の違いである。ボックスカルバートは、底版、側壁、頂版で構成されており、ハンチもあるため、打撃面（打撃方向と角度）は、側面（水平、0度）に対し、打設面（下向き、-90度）、底面（上向き、+90度）、ハンチ（斜め上向き、+45度）である。

2. 実験方法

今回実験を行なったボックスカルバートは図1のV、Wの2構造物である。コンクリート打設時に三角の位置で円柱供試体を作製、脱型後リバウンドハンマにより反発度を測定した。コンクリートは高炉セメントB種を使用し、呼び強度24である。配合は表1のとおりである。

円柱供試体はφ125×250mmを作製し、1/3ずつ水中養生、封かん養生、気乾養生した。1週から13週の範囲で、供試体に20kN載荷しておき側面をリバウンドハンマで打撃して反発度を求めた。打撃間隔は3cmで、4×4=16点の打撃を行い、大きい方、小さい方の反発度3点ずつを却下し、10点の平均値を平均反発度とした。その後圧縮強度試験を行なった。

構造体コンクリートの反発度も円柱供試体と同様、16点打撃し、10点の平均値を求めた。構造体コンクリートの推定強度の精度評価は、小径コア強度を用いた。

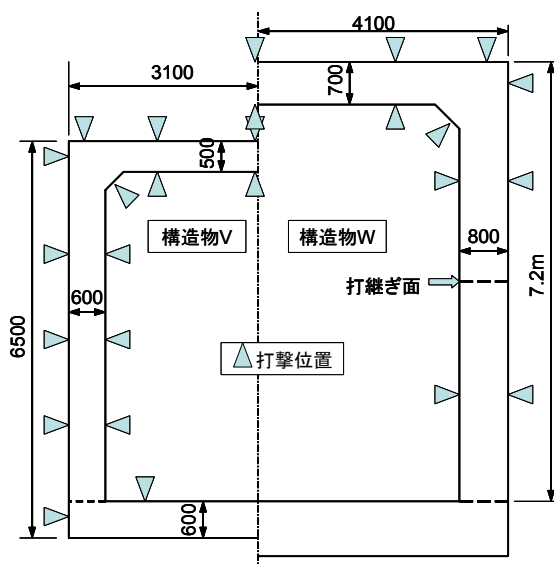


図1 構造物・部材とコンクリートの種類

表1 コンクリートの配合

構造物	呼び強度	粗骨材の最大寸法	スラブ [°] (cm)	空気量(%)	水セメント比(%)	細骨材率(%)	単位量(kg/m ³)				
							水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
V	24	25mm	8	4.5	51.9	41.5	150	289	767	1079	3.47
W					55.0	48.4	161	293	889	961	3.81

3. 円柱供試体の反発度と強度の関係

気乾、封かん、水中養生した円柱供試体コンクリートの種類ごとに反発度と強度の関係を含水状態の違いごとに示すと、図2のとおりである。図中には、累乗式($fc=aR^b$ 、 R :反発度、 a 、 b :回帰係数)で回帰した実験式を示しており、前報とほぼ同じであった。また、材料学会式($fc=1.27R-18$)を併記している。気乾状態に示した文献2) $(fc=3.26R-80.9)$ および文献3) $(fc=418\times(R/100)^{2.38})$ の結果も示しており、実験式と同様、実験結果とほぼ一

キーワード：構造体コンクリート、品質管理、リバウンドハンマ、強度推定

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 TEL 029-879-6761 FAX 029-879-6799

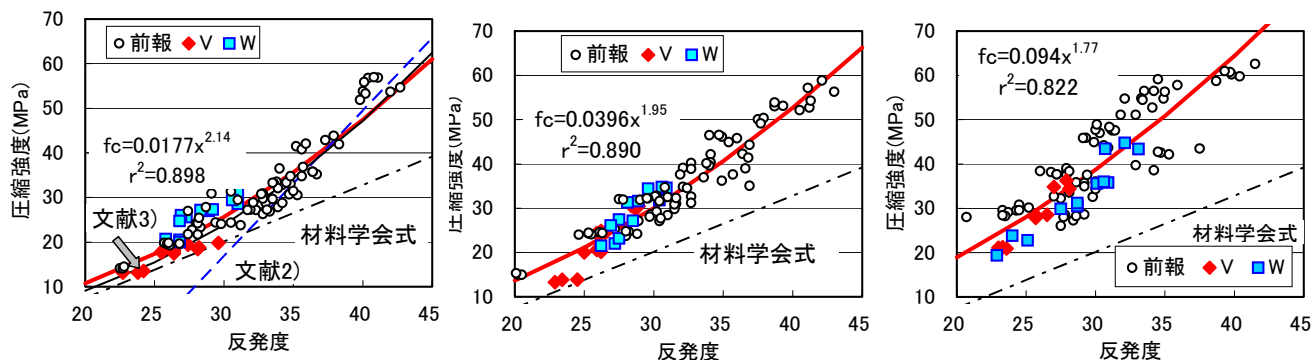


図2 含水状態ごとの反発度と強度の関係 (左から気乾、封かん、水中)

致している。

4. 構造体コンクリートの推定強度

構造体コンクリートの強度を材料学会式によって推定した結果を図3に、図2の実験式を構造体の含水状態に応じて用いて強度推定した結果を図4に示す。打撃角度については、後述のとおり補正した値を用いている。強度推定結果は、前報と同様、材料学会式は±50%もの範囲でばらついている。しかも、強度の高いものを小さく推定する傾向がある。実験式の結果は、材料学会式のような偏りはなく等値線を中心に分布し、ばらつきも材料学会式よりは改善されているが、それでも±30%程度もある。

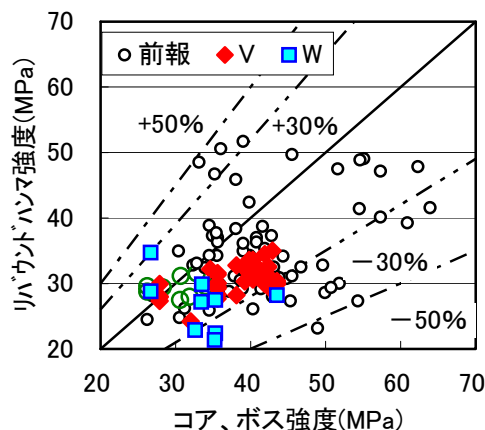


図3 材料学会式による強度推定結果

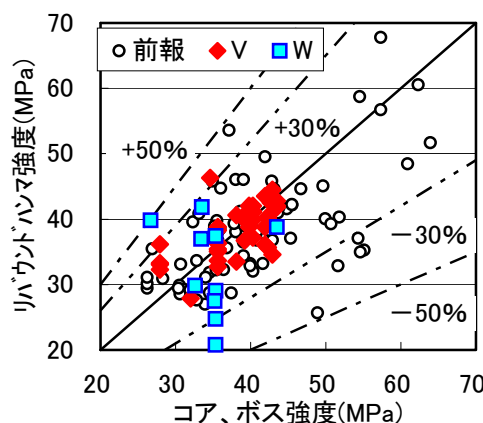


図4 回帰式による強度推定結果

5. 打撃角度の影響

側面(水平、0度)の反発度(補正なし)と、打設面(下向き、-90度)、底面(上向き、+90度)、ハンチ(斜め上向き、+45度)は土木学会規準JSCE-G 504(硬化コンクリートのテストハンマー強度の試験方法(案))によって角度の補正を行なった反発度を図5に示す。反発度で比較する限り、ほぼ妥当な補正と考えられる。

6. まとめ

以上の結果より、

- ① 強度推定結果は、前報と同様、材料学会式による強度推定は、ばらつきが大きい(±50%程度)。今回求めた累乗式によって推定することにより推定精度は向上するが、±30%程度であった。
- ② 土木学会規準による打撃角度の補正は、ほぼ妥当と考えられる。

【参考文献】

- 1) 森濱和正：リバウンドハンマによる強度推定に関する検討、土木学会第62回年次学術講演会第V部、pp.45-46, 2007.9
- 2) (独)土木研究所・日本構造物診断技術協会：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル、技報堂出版、pp.182-188, 2003.9
- 3) 谷口秀明ほか：テストハンマーによるコンクリートの硬度測定および強度推定の誤差要因に関する検討、土木学会論文集、No.767/V-64, pp.199-210, 2004.8

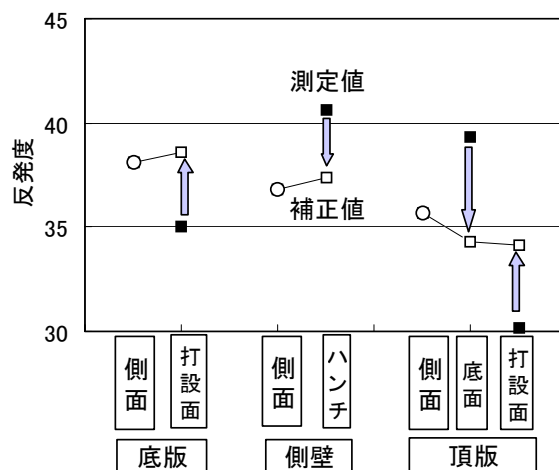


図5 打撃角度の補正