リバウンドハンマーの反発度と圧縮強度の関係を試験で求める方法の提案 -水セメント比を変えた場合-

日大生産工(学部) 〇美畄町 雅弘 日大生産工 湯浅 昇

元日大生産工 笠井 芳夫

1. はじめに

平成15年、コンクリートの反発度の測定に関 して、JISA1155「コンクリートの反発度測定方 法」が制定されたが、反発度の測定結果から強度 を推定する方法については、規格外となってい る。

そこで、平成22年度日本非破壊検査協会春季 講演大会で報告したものに、水セメント比を変 えた場合と100×100×200mm角柱供試体を加え、 リバウンドハンマーの適用を新設構造物に限定 し、新設のコンクリート強度の推定、すなわち 竣工までのコンクリート強度管理に供すること を目的とした、N(NR)型、P型リバウンドハンマ 一及び SILVER シュミットハンマーで得られる 反発度 R あるいは反発速度比 Q と圧縮強度の関 係を求める方法を提案するものである。

2. 試験方法の基本方針と検討課題

試験方法を下記の方針で検討した。 (1)適用の範囲は新設コンクリートに限る。 (2)反発度 R 及び反発速度比 Q は、原則とし て、JIS A 1155:2003「コンクリートの反発度 測定方法」に従い、測定する。

(3) 脱型(湿潤状態が保たれ乾燥により水和が 阻害されていない)前のコンクリートの圧縮強 度を推定する方法を検討する。つまり、構造体 コンクリートへのリバウンドハンマーの適用は、 無乾燥面に限ることとする。脱型後、乾燥させ たコンクリートの強度推定は適用外とする。
(4)現場で打設するコンクリートと同じ材料、 調合で混練・打設した試験体、あるいは、打設 したコンクリートそのものを用いて作製した試 験体をリバウンドハンマーによる反発度 R もし くは反発速度比 Q の測定及び JIS A 1108「コン クリートの圧縮強度試験方法」に従い、圧縮強度 の測定し、リバウンドハンマーの測定値と圧縮 強度の関係を求める方法を検討する。なお、可 能ならば、試験に供する試験体は円柱供試体の みの範囲としたい。

(5)リバウンドハンマーの測定値と圧縮強度の 関係を1ヶ月程度で求められる方法とする。

そして、試験方法を次のように想定して検討 を進めた。

(1)現場で打設するコンクリートと同じ材料、調 合で混練したコンクリート、あるいは、打設し たコンクリートを ϕ 100×200 mm、 ϕ 150×300mm 円柱供試体、100×100×200 mm、300×300× 150mm の型枠に打設し、成型する。

(2)試験体は密閉状態を保ちながら、所定の温度(ここでは標準を20℃とするが任意に定めてもよい)で、所定の材齢(1、3、7、14、28日)まで養生する。

(3) 材齢1、3、7、14、28日で、日本建築学 会「コンクリート強度推定のための非破壊試験 方法マニュアル」(昭和58年) p.17に記載の拘 東圧力 25kgf/cm²以上を参考に、φ100×200mm 円柱供試体には20kN、φ150×300mm 円柱供試 体には50kN、100×100×200 mm角柱供試体には 30kN、300×300×150mm 壁模擬供試体に 120kN の拘束圧力をかけ、JISA 1155:2003 に準じて、 反発度 R 及び反発速度比 Q を測定する。

Proposal of Method of Requesting Relationship between Rebound Numbers using Rebound Hammers and Compressive Strength of Concrete — Effect of Water-Cement Ratio—

Masahiro BIRUMACHI, Noboru YUASA and Yoshio KASAI



(4) 反発度 R 及び反発速度比 Q 測定後のφ100、
 φ150mm 円柱供試体及び100×100×200 mm角柱
 供試体について、JIS A 1108:2006 に従い、圧
 縮強度を測定する。

(5)5 材齢(1、3、7、14、28日)における反発度 R 及び反発速度比 Q と圧縮強度を対応させ関係を確立する。

また、今回は、次のことを検討課題とした。

構造体コンクリートにリバウンドハンマーを 適用する場合は、平面に対してリバウンドさせ る。一方で、JISA1108:2006 は、 ϕ 100×200、 ϕ 125×250、 ϕ 150×300nm 円柱供試体を試験体 の標準と定めている。そして、現在では ϕ 100 ×200nm 円柱供試体を利用することが大半であ る。もちろん曲率は、直径の小さい ϕ 100×200nm が最も大きい。また、100×100×200 nm角柱供 試体で得られる反発度 R 及び反発速度比 Q は、 平面から得たものであるため、曲率の影響もな く測定できる。そこで、実験では、同一コンク リート・同一材齢において、 ϕ 100×200、 ϕ 150 ×300mm 円柱供試体に対する反発度 R 及び反発 速度比 Q と 100×100×200 nm角柱供試体、300 ×300×150mm 壁模擬供試体に対する反発度 R 及



び反発速度比 Q を比較検討 する。その結 果を検討し、 可能であれば、 壁模擬式体 を作製するこ となく、φ100

×200mm 円柱供試体または 100×100×200 mm角柱供試体のみによって、それが無理な らφ150×300mm 円柱供試体によって、反発 度 R 及び反発速度比 Q と圧縮強度の関係図 を作成することを検討する。

3. 実験結果及び考察

(1) 反発度 R および反発速度比 Q に及ぼす測
 定面の曲率の影響と推定強度

図1は、反発度R及び反発速度比Qについて、 φ100×200 mm、φ150×300 円柱供試体で得られ た値と 100×100×200 mm、300×300×150 mm角 柱供試体で得られた値の対応を示している。ど の値も 300×300×150 mm、100×100×200 mm角 柱供試体で得られた値の順に大きいことが分か る。また曲率のより大きいφ100×200mm円柱供 試体に対する値の比(NR:1.12倍、SILVER:1.13 倍)が、φ150×300 mm円柱供試体に対する値の 比(NR:1.02 倍、P:1.04 倍、SILVER:1.02 倍)よ りも大きいことが分かる。このことは、円柱供 試体のみによって作成した圧縮強度と反発度 R 及び反発速度比Qの関係に、平面に対して得ら れた反発度 R 及び反発速度比 Q を対応させ求め た圧縮強度は、大きめに推定されることになり、 危険側の評価となることを意味する。また、使 用した円柱供試体の直径が小さい(曲率が大き い)ほど、より危険側の評価となる。

(2) 100×100×200 mmと 300×300×150 mmの反発
 度R及び反発速度比Qとの関係(図2)

図2は、300×300×150 mmから得られた値と 100×100×200 mmから得られた値の対応を示し ている。NR型、SILVER シュミットハンマーとも に相関が取れていて、壁模擬供試体 を用いなくても100×100×200mm角 柱供試体のみでも強度推定に使用 できると考えられる。

(3) 100×100×200 mmと φ 100×200
 mmの圧縮強度の関係(図 3)

図 3 は、φ 100×200 mmの圧縮強度 ⁹ 300×30 と 100×100×200 mmの圧縮強度の対応 ^{300×37} を示している。φ 100×200 mmと 100×100 ¹⁰ ×200 mmの圧縮強度は、直線関係があることが わかる。さらに、その傾きは、1以上であるた め、φ 100×200 mmより 100×100×200 mmのほう が、推定に有利だと考えられる。

(4) 圧縮強度と反発度Rおよび反発速度比Qの関係の求め方に関する4方法の提案

圧縮強度の推定では、円柱供試体のみによっ て作成した圧縮強度と反発度 R および反発速度 比 Q の関係に、平面で得られた測定値をそのま ま対応させられないこと、逆に平面で得られた 圧縮強度と反発度 R 及び反発速度比 Q の関係が 対応できることから、次の対策・方針が考えら れる。

① ϕ 100×200mm 円柱供試体と 300×300×150mm 壁模擬供試体を同時に同一条件で作製し、反発 度 R および反発速度比 Q を 300×300×150mm 壁 模擬供試体で、圧縮強度を ϕ 100×200mm 円柱供 試体によって測定し、両者の関係をもって関係 式とする。

② ϕ 100×200mm円柱供試体と100×100×200mm 角柱供試体を同時に同一条件で作製し、反発度 R および反発速度比 Q を 100×100×200 mm角柱 供試体で、圧縮強度を ϕ 100×200mm円柱供試体 によって測定し、両者の関係をもって関係式と する。

③100×100×200 mm角柱供試体を同時に同一条 件で作製し、反発度 R 及び反発速度比 Q を測定 し、同一供試体で、圧縮強度を測定し、関係式 とする。

④ φ 100×200 mm円柱供試体もしくは φ 150×



300 円柱供試体のどちらかのみにより、圧縮強 度と反発度 R 及び反発速度比 Q を測定するが、 圧縮強度と平面における反発度 R 及び平面にお ける反発速度比 Q の関係を作成するため、実績 により、円柱供試体で測定された値に実験係数 (φ 100×200 (NR:1.12 倍、SILVER:1.13 倍)、 φ 150×300 (NR:1.02 倍、P:1.04 倍、SILVER:1.02 倍))を乗じることとする。

もちろん①が、本質的な関係の作成であると いえるが、簡便性を考えると、④を検討する価 値は大きい。②の問題点は、曲率が大きいほど 反発度 R 及び反発速度比 Q は、小さくなること は確かだとしてもその比(実験係数)が、いくら であるかについて、多くの確認実験が必要であ ろうし、安全側の評価を行うため、仮に妥当な 値を得られたとしても若干であるが、大きめに 設定することが適切である。また、③について 考えると、100×100×200 mmの供試体のみだと、 測定と関係式の構築において簡易だが、型枠作 成などにおいて簡易性がない。

4.「コンクリートの反発度 R および反発速度比Q と圧縮強度の関係の求め方」の提案

まだ改善の余地はあるが、現時点における成 果に基づき下記のように「コンクリートの反発 度Rおよび反発速度比Qと圧縮強度の関係の求 め方」を4案提案する。

(1)提案

①ベッターな方法 A(300×300×150 mm壁模擬供
 試体と φ 100×200 mm円柱供試体で関係式の作
 成)(図 4)



もよい)で、所定 の材齢(1、3、7、 14、28日)まで養 生する。 (3)材齢 1、3、7、 14、28日で、所定 の拘束圧力をかけ、 JIS A 1155:2003 に 準じて、反発度 R および反発速度比 Qを測定する。また、 圧縮強度を測定す る 供 試 体 は、 JIS A1108:2006 に従い、 測定する。

(4)5材齢(1、3、7、14、28日)における反発 度 R および反発速度比 Q と 圧縮強度を対応させ 関係(図 2・3・4・5)を求める。

(1) 反発度 R および反発速度比 Q は測定面の 曲率が大きいほど小さくなることが明らかとな り、円柱供試体のみによって作成した圧縮強度 と反発度R および反発速度比Qの関係に、平面 に対して得られた反発度 R および反発速度比 Q を対応させ圧縮強度を求めると、大きめの推定 につながる。

(2)「コンクリートの反発度 R および反発速度 比 Q と圧縮強度の関係の求め方」として、300 ×300×150 mmと \u00 v 200 mmを併用する案、 100×100×200 mmと ϕ 100×200 を併用する案、 100×100×200 mmだけで求める案、φ100×200 mmもしくはφ150×300mmのみで行う案の4案を 提案した。

6. 参考文献

1)美畄町雅弘・湯浅昇・笠井芳夫・平野友・ 三浦彰 吾:リバウンドハンマーの反発度と圧縮強度の関係 を試験で求める方法の提案、日本非破壊検査協会、 平成22年度春季講演大会(東京)概要集、2010.5

(図4) ③同一供試体で反発度と圧縮強度を測定できる 方法(100×100×200 mm角柱供試体のみで関係

÷

図6 φ 100×200の反発度と圧縮強度の関係

②ベッターな方法 B(100×100×200 mm角柱供試)

10 20 30 40 50 60

Φ100>

b)SILVER

50

式を作成) (図 4)

Φ100×200の反発度R

Ð

④検討課題の多い方法(φ100×200 mm・φ150× 300 mm円柱供試体のどちらか一方を作製し、関 係式を作成) (図 5、図 6)

(2). 試験方法

(1)現場で打設するコンクリートと同じ材料、調 合で混練したコンクリート、あるいは、打設し たコンクリートを所定の型枠に打設し、成型す る。

(2)試験体は密閉状態を保ちながら、所定の温度 (ここでは標準を 20℃とするが任意に定めて

a)NR

発度R

200の反