

立命館大学大学院理工学研究科 学生員 ○中西 宏彰

立命館大学理工学部 正会員 尼崎 省二

1. はじめに

近年、コンクリートの高品質化・高強度化に伴い、高強度コンクリートの品質評価法の重要性が高まりつつあるが、不明な点が多く確立までには至っていない。著者らは、試験が簡易で現場実施例が多いテストハンマー試験に着目し、超高強度コンクリートへの適用性を検討している¹⁾。本研究は圧縮強度 15~130MPa の広範なコンクリートについて4器のテストハンマーによる試験を行い、その適用性およびハンマー器差について検討した。また、ハンマーの使用回数に伴う反発度の変化についても併せて考察を行った。

2. 実験概要

表1に使用材料を示す。表1のすりへり粗骨材は、超高強度コンクリートにおいて応力集中の原因となる砕石の角ばりをすりへり試験機(JIS A 1121-2001)により適度に落とした骨材である。配合は普通ポルトランドセメントコンクリート(以下, OPC)をW/C=80~20%, シリカフェウムセメントコンクリート(以下, SFC)をW/C=35~15%とし、

表1 使用材料とその特性

使用材料	種 類	特 性
OPC	普通ポルトランドセメント	密度:3.16g/cm ³
SFC	シリカフェウムセメント	密度:3.08g/cm ³
細骨材	野洲川産川砂	表乾密度:2.62g/cm ³ 吸水率:1.17% FM:2.72 単位容積質量:1.67kg/l
粗骨材	高槻産硬質砂岩砕石	表乾密度:2.70g/cm ³ 吸水率:0.65% FM:6.80 単位容積質量:1.58kg/l
すりへり粗骨材	高槻産硬質砂岩砕石	表乾密度:2.70g/cm ³ 吸水率:0.66% FM:6.64 単位容積質量:1.66kg/l

圧縮強度試験(JIS A 1108)および静弾性係数試験(JIS A 1149-2001)のφ100×200mm円柱供試体、テストハンマー試験(JSCE-G 504-1999)の200mm立方供試体を作製した。供試体は材齢1日で脱型、3日間の散水養生後、7, 28, 91日の測定日まで室内保管とした。反発度の測定は2.45MPaの応力下で、せき板面に接した4面それぞれを導入時期の異なるシュミットハンマーN型をN1, N2の2器, NR型, これらとは異なるテストハンマーKの計4器で測定した。また、ハンマー作動状況の点検のためにテストアンビル試験(公称反発度78)を行い、測定結果が78±2の範囲にない場合は次式により補正を行った²⁾。

$$R = 78R_0 / R_a \quad [1]$$

ここに R_0 :測定反発度, R_a :アンビルの平均反発度

3. 実験結果

3.1 コンクリート物性と反発度の関係

図1にハンマーKのアンビル補正の効果を示す。後述するようにKはアンビル試験で異常が認められたハンマーである。アンビル補正によって、正常なハンマーNRとの強度推定の差が小さくなった。そのため、テストアンビル試験で78±2の範囲にないものはアンビル補正を行って検討を行った。

図2にハンマーNRによる反発度と圧縮強度の関係を示す。

OPC, 中性化したOPC, SFCはそれぞれ異なった傾向にある。室内保管のため、W/C=80~45%の供試体に中性化がみられた。中性化深さはW/C=80%で4mm, 45%で1mmである。中性化したOPCの反発度は未中性化のOPCよりも大きくなっている。これは、表面組成が密実化したためと考えられる。また、SFCの反発度は同じ強度のOPCよりも小さくなっている。これは、SFCが骨材量が少なく、粉体量が多くなったことが要因と考えられる。

図3にハンマーNRによる反発度と弾性係数との関係を示す。中性化したOPCを除くと、OPCとSFCはほぼ同様の傾向であり、反発度と弾性係数の関係はセメント種類の影響を受けないと考えられる。これは、テストハンマ

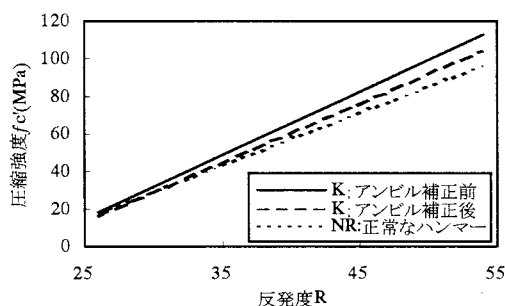


図1 アンビル補正の効果

一試験がコンクリートの塑性変形などに消費されなかった
残存エネルギーによる反発度によって評価するものであり、
反発度がコンクリートの変形に大きく影響されるためと考えられる。

図4に中性化コンクリートを除く OPC に対するハンマー器差の影響を示す。N2, NR はほぼ同様の傾向であるが, K, N1 の傾向は異なっている。N1, N2 は製造ロットの差, K と他のハンマーの差は製造会社の違いによるものと考えられる。現在, ハンマーは統一された規格が存在しないために器差を生じたと考えられ, 正確な強度推定を行うには個別に強度推定式を作成する必要があると考えられる。

3.2 アンビル試験結果

図5にテストアンビル試験結果を示す。N1, N2 は正常範囲にあり, NR は測定回数 3500 程度で一時的に反発度が大きくなったが, 他の測点はほぼ正常範囲にある。K は 1000 回程度で正常範囲から外れ, その後も反発度は低下し, ばらつきも大きくなる傾向がある。反発度の低下の程度およびその時期はハンマーにより異なるため, 整備を要する時期も異なると思われる。そのため定期的にテストアンビルによる検定を行い, 正常範囲に反発度があることを確認する必要があると考えられる。正常範囲より外れる場合はハンマーの点検・整備を行うことが望ましいが, 行えない場合は前述の補正式によって補正を行うと, 正常なハンマーとの強度推定差が小さくなり, アンビル補正式による補正も有効であると考えられる。

4. 結論

本研究の範囲内では次のようにまとめることができる。

- (1) 圧縮強度 - 反発度関係は, 普通ポルトランドセメントコンクリート, シリカフェームセメントコンクリートは異なった傾向を示し, 別々に検討する必要がある。
- (2) 反発度は圧縮強度よりも弾性係数とより密接な関係にあり, その関係はセメントの種類には影響されない。
- (3) 各ハンマーには器差が存在することがあり, 精度よい強度推定を行うには器差を考慮する必要がある。
- (4) 同じ条件下でハンマーを使用しても, 整備時期はハンマーにより異なる場合がある。そのため, 定期的にアンビルによる検定を行う必要がある。

【参考文献】

- 1) 栗山亮介, 尼崎省二: 超高強度域までのテストハンマーによる強度推定, 土木学会関西支部年次学術講演概要, 2003, pp. V-48-1
- 2) Operating Instructions : concrete Test Hammer, Type N, 1960

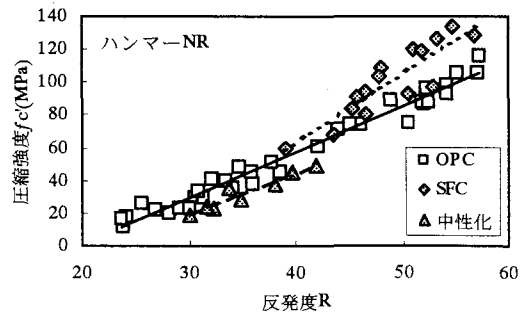


図2 反発度と圧縮強度の関係

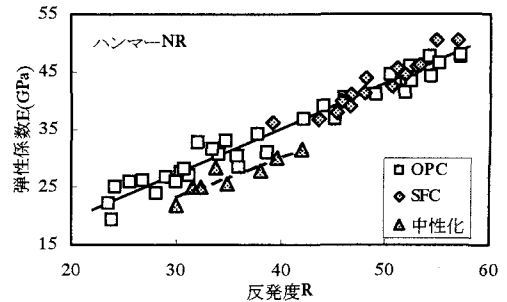


図3 反発度と弾性係数の関係

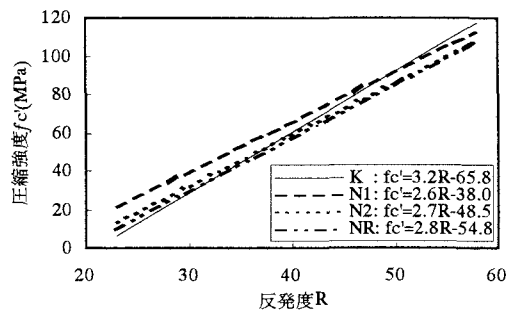


図4 ハンマー器差の影響

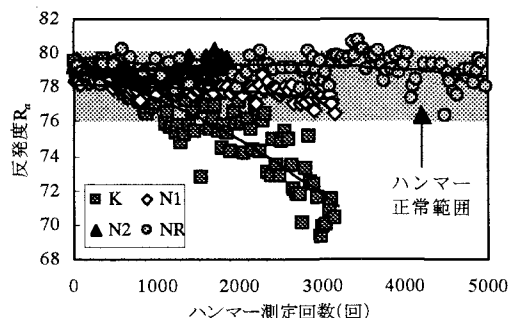


図5 通常アンビルの試験結果