

若材齢時に繰返し圧縮応力を受けるコンクリートの強度発現に関する研究

○宮崎大学工学部 正会員 尾上 幸造
宮崎大学工学部 正会員 中澤 隆雄

福岡大学工学部 正会員 江本 幸雄
福岡大学工学部 非会員 石田 駿介
福岡大学工学部 非会員 若松 輝幸

1. はじめに

近年、交通量の増加や交通荷重の増大により道路橋等の損傷事例が増加しており、それらの維持管理や補修が盛んに行われている。実際の工事では交通遮断を伴うことが多く、短期間で工事を完了し、交通解放を行わなければならない。しかし、交通を早期に解放した場合、コンクリートは打設後若材齢で振動作用下にさらされることとなり、その振動作用がコンクリートの強度発現に何らかの悪影響を及ぼす可能性がある。

このような状況を対象として、2～3の研究報告がある。河野ら¹⁾は、超速硬コンクリートが強度発現過程で圧縮疲労荷重を受けた場合の強度発現について実験的な検討を行い、載荷回数が多いほど、また、繰返し応力の上限応力が高いほど、疲労開始時のコンクリート強度によらず、圧縮強度比（載荷後供試体の残存強度／未載荷供試体の圧縮強度）が高くなることを報告している。また、狩野ら²⁾は、振動作用下で硬化した断面修復材の付着強度について実験的な検討を行い、断面修復材を塗布した基盤コンクリートが振動を受けた場合に付着強度の低下が見られたと報告している。松下³⁾は、前繰返し応力を受ける長期材齢コンクリートの残存強度について実験的に検討し、前繰返し応力を受けるコンクリートの残存強度は、各繰返し回数における疲労強度の約9割の応力を受けるとき最大となることを報告している。

既往の研究により、コンクリートの硬化過程および硬化後ともに、圧縮繰返し応力を受けるコンクリートの残存強度は低下することではなく、むしろ増加する場合の多いこと、一方、付着強度について低下することが明らかとなっている。ここで既往の研究報告は、コンクリートが気中に置かれた場合についての結果であり、硬化途中のコンクリートが雨水などにより湿潤の影響を受ける場合や、耐久性の向上を目的としてコンクリートを初期養生する場合等についてのデータは不足している。

そこで本研究では、コンクリートが若材齢時に繰返し圧縮応力を受ける場合の強度発現性状について、気中および水中にて実験的に検討した。

2. 実験概要

本実験では、実橋梁沓座の補修に使用された実績のある高強度高流動コンクリートと同じ配合で供試体を作製した。材料として早強セメント（密度：3.12g/cm³）、JISⅡ種フライアッシュ（密度：2.33g/cm³）、石灰石砕砂（表乾密度：2.67g/cm³，吸水率 1.56%）、砕石 2005（表乾密度：2.57g/cm³，吸水率 1.71%）、高性能 AE 減水剤を使用した。高強度高流動コンクリートの配合条件および単位量を表-1に示す。

表-1 高流動高強度コンクリートの配合条件と単位量

水結合材比 W/B	細骨材率 s/a	水 W	セメント C	フライアッシュ FA	細骨材 S	粗骨材 G	高性能AE減水剤 SP
(%)					(kg/m ³)		
35	68.5	169	312	168	1174	520	5.76

供試体は100×95×93mmの角柱とし、95×93mmの断面を載荷面とした。載荷は、電気油圧式サーボパルサ（容量300kN）により行い、周波数を5Hz、正弦波形、載荷回数を864000回（48時間）とした。実験手順を図-1に示す。コンクリート供試体を同バッチより8体作製し、打設後約20～22時間で脱型し、うち4本を載荷開始材齢24時間グループ、残りの4本を載荷開始材齢72時間グループとした。繰返し載荷が終了後、すみやかに超音波伝播速度、残存強度および圧縮強度を求めた。

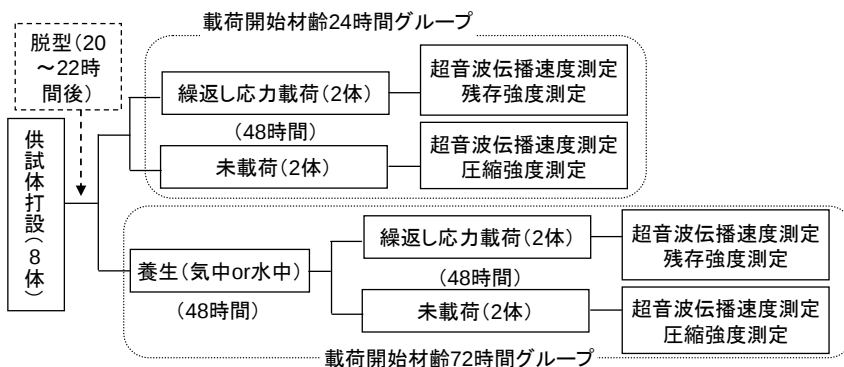


図-1 実験手順

繰返し載荷方法を図-2に示す。なお、繰返し応力の大きさは、別途作製しておいたコンクリート供試体3本より載荷開始時における圧縮強度の平均値を求め、その値の35%（上限）および5%（下限）とした。

3. 実験結果

図-3に気中試験について、載荷開始材齢と圧縮強度比（載荷供試体の残存強度／未載荷供試体の圧縮強度）の関係を示す。気中試験においては、載荷開始材齢によらず、圧縮強度比は0.95～1.05の範囲でばらつくものの平均値はほぼ1となり、繰返し応力による強度発現への悪影響はそれほど認められない。

図-4に水中試験について、載荷開始材齢と圧縮強度比の関係を示す。載荷開始材齢24時間の場合、圧縮強度比は1.00～1.12の範囲でばらつきその平均値は約1.07であり、繰返し応力を受けることにより未載荷供試体の圧縮強度よりも載荷供試体の残存強度が平均で約7%高くなる結果となった。一方、載荷開始材齢72時間の場合は、圧縮強度比は0.88～1.04の範囲でばらつきその平均値は約0.98であり、繰返し応力により圧縮強度比が平均で約2%低下する結果となった。

図-5に載荷軸直角方向の超音波伝播速度（縦波）の測定結果を示す。なお、気中のデータは供試体2体より求めた測定値の平均値、水中のデータは供試体3体より求めた測定値の平均値である。一般に、コンクリートが圧縮載荷を受ける場合、載荷軸方向に微細ひび割れが進展し、その結果、載荷軸と直角方向の超音波伝播速度が低下する³⁾と言われている。本研究の結果では、載荷開始材齢および試験条件（気中 or 水中）によらず、載荷供試体と未載荷供試体で超音波伝播速度に顕著な差は認められない。今回の実験条件（繰返し応力比35～5%，繰返し回数864000回）では、超音波伝播速度の低下に影響するような微細ひび割れは導入されなかったものと考えられる。

4. まとめ

- (1) 既往の研究および本研究の結果より、気中試験の場合、若材齢時の振動作用による圧縮強度発現への悪影響は認められない。
- (2) 水中試験では載荷開始材齢24時間では圧縮強度比が1以上となったが、72時間では0.88～1.04となり、若材齢時の振動により圧縮強度比が低下する場合があることが分かった。

【参考文献】

- 1) 河野ら：超速硬コンクリートの若材齢における圧縮疲労強度特性，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.18，No.1，1996
- 2) 狩野ら：振動作用下で硬化した断面修復材の付着強度試験方法，第60回セメント技術大会講演要旨，2007
- 3) 松下博通：繰返し応力を受けるコンクリートの疲労強度および疲労破壊機構に関する研究，九州大学学位論文，1980

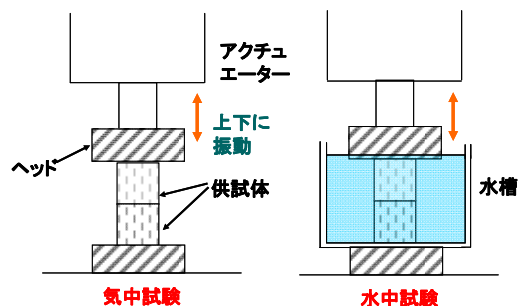


図-2 繰返し載荷方法

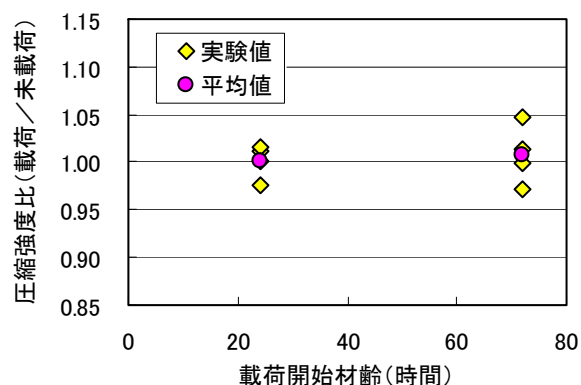


図-3 載荷開始材齢と圧縮強度比の関係（気中）

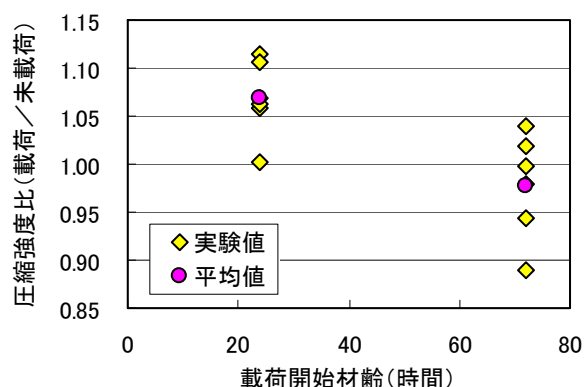


図-4 載荷開始材齢と圧縮強度比の関係（水中）

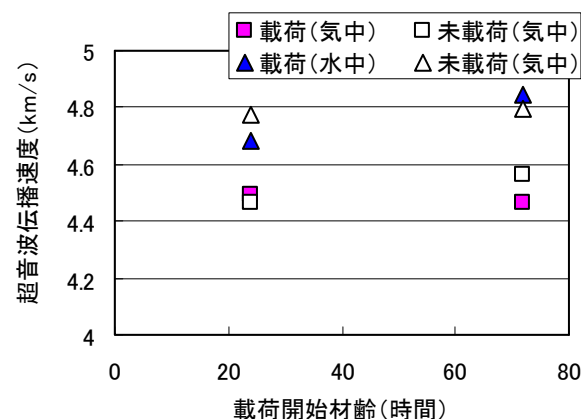


図-5 載荷開始材齢と超音波伝播速度の関係（縦波，載荷軸と直角方向）