

水中で繰返し圧縮応力を受ける若材齢コンクリートの力学特性

○宮崎大学大学院 学生会員 鋤田 諒      宮崎大学工学部 正会員 尾上 幸造  
宮崎大学工学部 フェロー 中澤 隆雄      宮崎大学工学部 正会員 今井 富士夫

1. はじめに

近年、道路橋の維持管理や補修が盛んに行われている。しかし、交通を早期に開放した場合、コンクリートは若材齢で繰返し圧縮応力を受けることとなり、このこと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。そのような場合について過去にいくつかの研究<sup>1)~3)</sup>が行われており、コンクリートが若材齢および長期材齢で繰返し圧縮応力を気中にて受ける場合、残存強度が低下することはなくむしろ増加する場合の多いことが報告されている。しかしながら、初期の湿潤養生や降雨などにより若材齢コンクリートが湿潤状態で繰返し圧縮応力を受ける場合のデータは不足している。

そこで本研究では、若材齢コンクリートが水中で繰返し圧縮応力を受ける場合の力学特性の変化について、実験的に検討した。

2. 試験概要

普通ポルトランドセメント（密度：3.15g/cm<sup>3</sup>），JIS II 種フライアッシュ（密度：2.28g/cm<sup>3</sup>），石灰石砕砂（表乾密度：2.67g/cm<sup>3</sup>，吸水率 1.56%），石灰石碎石 2005（表乾密度：2.70g/cm<sup>3</sup>，吸水率 1.71%），および高性能 AE 減水剤を使用した。本実験で使用したコンクリートの配合条件および単位量を表-1 に示す。供試体はφ75×150mm の円柱とした。

実験手順を図-1 に示す。繰返し载荷は、電気油圧式サーボパルサ（容量 300kN）により行い、周波数を 5Hz，载荷波形を正弦波形，载荷回数を 864000 回（48 時間），繰返し応力比の大きさを 5～45%とした。水槽に水を満たしその中に供試体を浸漬して繰返し圧縮応力を負荷した。なお、供試体に防水加工を施したひずみゲージを貼付し、動ひずみ計にて繰返し载荷期間中の上限・下限ひずみを計測した。载荷終了後、残存強度および残存静弾性係数を求めた。また、コンクリートのエネルギー吸収特性を把握するため、応力-ひずみ曲線下の面積に供試体の体積を乗じた全ひずみエネルギー（単位：N・m）を算定し

表-1 コンクリートの配合設計と単位量

| 水セメント比<br>W/C | 細骨材率<br>s/a | 水<br>W               | セメント<br>C | フライアッシュ<br>FA | 細骨材<br>S | 粗骨材<br>G | 高性能<br>AE減水剤<br>SP |
|---------------|-------------|----------------------|-----------|---------------|----------|----------|--------------------|
| (%)           |             | (kg/m <sup>3</sup> ) |           |               |          |          |                    |
| 54            | 68.5        | 169                  | 313       | 169           | 1168     | 544      | 5.78               |

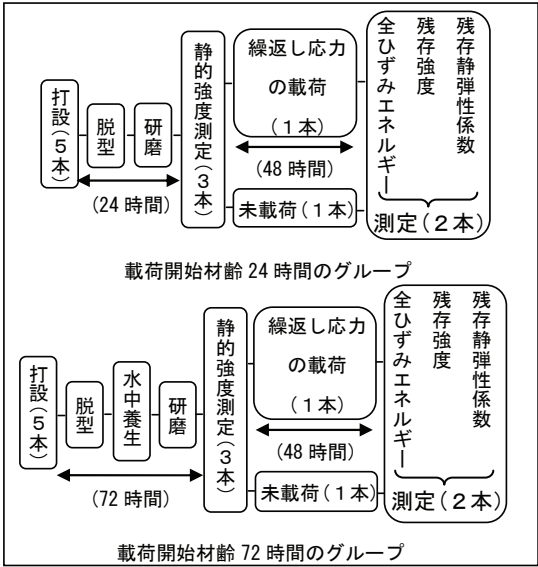


図-1 実験手順

た（図-2）。なお、応力がピークに達した後にひずみが増進することを考慮し、最大応力時の 95%までの全ひずみエネルギーを算定した。

3. 試験結果

図-3，図-4 に残存強度比と残存静弾性係数比（载荷/未载荷）の算定結果を示す。なお，比較用に上限応力比が 35%の場合についての結果<sup>4)</sup>を併せて示す。

残存強度比は値がばらつくものの，载荷開始材齢の違いによらず平均値は 1 程度であり，繰返し圧縮応力が残存強度に与える影響は小さいといえる。

残存静弾性係数比も値にばらつきがあるが，载荷開始材齢によらず平均値は 1 程度であり，繰返し圧縮応力は残存静弾性係数にほとんど影響を及ぼさないものと考えられる。

図-5 に繰返し载荷中の供試体の上限および下限ひずみの変化例（载荷開始材齢 72 時間のケース）を

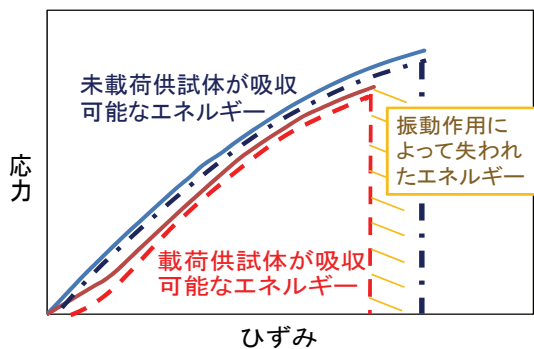


図-2 全ひずみエネルギー

示す。載荷回数とともに上限・下限ひずみはいずれも増加していることから、残存強度や残存静弾性係数に顕著な低下が認められない場合であっても供試体内部には損傷が蓄積されるといえる。

全ひずみエネルギーの算定結果を表-2に示す。載荷開始材齢24, 72時間ともに、繰返し圧縮応力の負荷により若材齢コンクリートの全ひずみエネルギーは概ね減少する傾向にある。このことから、未載荷供試体に対する載荷供試体の全ひずみエネルギーの比を用いることによって、繰返し圧縮応力の負荷による若材齢コンクリートの損傷の程度を評価できる可能性があるといえる。

#### 4. まとめ

- (1) 本試験条件の範囲において、残存強度比と残存静弾性係数比の平均値はほぼ1程度の値をとっており、若材齢コンクリートが水中で繰返し圧縮応力を受ける場合に、残存強度および残存静弾性係数が低下する明確な傾向は認められなかった。
- (2) 残存強度や残存静弾性係数に明確な低下が認められない場合であっても、コンクリート内部には損傷が蓄積する。
- (3) 繰返し圧縮応力の負荷により、若材齢コンクリートの全ひずみエネルギーは、載荷開始材齢の違いによらず、概ね低下する傾向にある。
- (4) 全ひずみエネルギーを用いることで、繰返し圧縮応力の負荷による若材齢コンクリートの損傷度合いを評価できる可能性がある。

#### 参考文献

- 1) 河野伊知郎, 中嶋清実, 吉田弥智, 湯浅晃行: 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, pp.321-326, 1996
- 2) 河野伊知郎, 中嶋清実, 梅原秀哲, 湯浅晃行: 新タイプ超速硬セメントコンクリートの若材齢における圧縮疲労強度特性に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.20, No.2, pp.1-6, 1998
- 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
- 4) 尾上幸造, 中澤隆雄, 今井富士夫, 黒木裕貴: 若材齢時に振動作用を受けるコンクリートの残存強度, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp.517-522, 2009

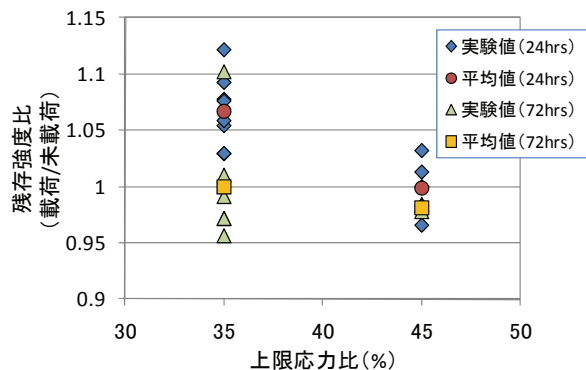


図-3 上限応力比と残存強度比の関係

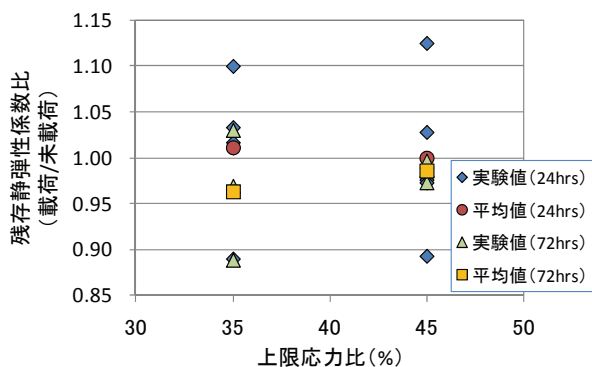


図-4 上限応力比と残存静弾性係数比の関係

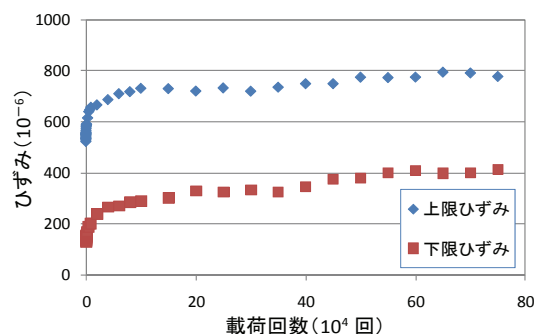


図-5 繰返し載荷期間中の上限ひずみと下限ひずみの繰返し回数にともなう変化

表-2 繰返し圧縮応力の負荷による全ひずみエネルギー量の変化

| 載荷開始材齢 | 試験 NO. | 未載荷供試体の全ひずみエネルギー (N・m) | 載荷供試体の全ひずみエネルギー (N・m) | エネルギー比 (載荷/未載荷) |
|--------|--------|------------------------|-----------------------|-----------------|
| 24時間   | ①      | 37.6                   | 29.8                  | 0.794           |
|        | ②      | 40.5                   | 30.8                  | 0.759           |
|        | ③      | 29.2                   | 25.0                  | 0.857           |
|        | ④      | 29.1                   | 28.5                  | 0.980           |
|        | ⑤      | 30.1                   | 32.7                  | 1.088           |
| 72時間   | ①      | 29.2                   | 25.0                  | 0.857           |
|        | ②      | 26.6                   | 23.9                  | 0.896           |
|        | ③      | 25.2                   | 26.1                  | 1.035           |