

拘束条件下での ASR 劣化コンクリートの力学的性能

金沢大学 学生会員 ○渡邊 悠輔 金沢大学 正会員 久保 善司
太平洋セメント(株) 中央研究所 正会員 森 寛晃

1. はじめに

アルカリ骨材反応 (ASR) を生じたコンクリート構造物は、鉄筋などの補強材のほか、上載荷重やプレストレス力など応力作用下で拘束を受けることが多い。しかし、拘束条件下で ASR が生じたコンクリート構造物の拘束内部の力学的性能に関するデータは不足しているのが現状である。また、ASR 劣化コンクリート構造物の力学的性能を調べる方法としては、採取コアの強度試験が一般的に実施されているが、コア採取時の拘束解放の影響が懸念されており、得られた強度や弾性係数などの物性値が内部コンクリートの性能を正確に表しているかは不明である。

本研究では、拘束下で発揮される ASR 劣化コンクリートの力学的性能を把握するため、構造物内部のコンクリートを想定して 3 軸方向に拘束を与えた供試体を促進環境下で劣化させ、ASR 膨張が収束した段階で拘束状態のまま一軸圧縮試験を行った。また、一部の供試体では採取コアを想定して軸・横方向の拘束を解放してから載荷を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。細骨材として非反応性の陸砂を用い、粗骨材として反応性砕石 (化学法の結果、無害でない) を用いた。水セメント比は 50% とし、ASR を促進させるため等価アルカリ量が 8.6kg/m^3 となるように NaOH を練混ぜ水に添加した。また、粗骨材最大寸法は 20mm とした。

2.2 供試体

構造物内部のコンクリートの状態を模擬するため、断面中央に軸筋を想定した PC 鋼棒を配置し、両側の鋼板で拘束するとともに、横拘束として炭素繊維シートを巻き付けた拘束供試体を作製した。拘束供試体の概要を図-1 に示す。

本実験では、一般的な道路橋脚の軸筋量 (1.0%程度) を参考に、軸方向の拘束筋比を 0.295% から 2.36% まで変化させ、拘束筋比の異なる 4 水準の拘束供試体を作製した。このほか、異形鉄筋 D10 を配置した供試体も作製した。横方向の拘束

には、鉄筋と同等の弾性率を有する炭素繊維シート (引張強度 3400N/mm^2 、引張弾性率 245kN/mm^2) を用いた。横拘束量は、平成 8 年度コンクリート標準示方書 (耐震設計編) 以前の最低レベルに相当する 0.2% のものを作製した。また、比較用に拘束を与えず自由膨張させた無筋供試体を作製した。供試体一覧を表-1 に示す。

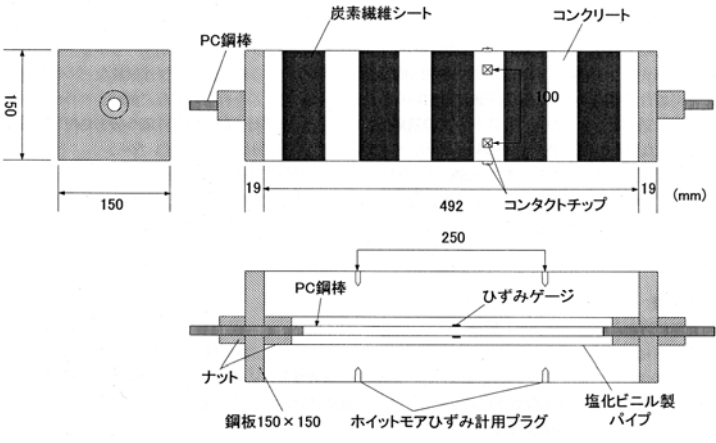


図-1. 拘束供試体の概要

表-1. 供試体一覧

供試体名	軸方向筋 (軸筋比%)	横拘束量 (%)	部材想定 (載荷時の状態)	軸収束膨張量 (μ)
無筋	なし (0%)	0	無筋	3572
A2	PC 鋼棒 φ9.2 (0.295%)	0.2	構造物内部 (拘束したまま)	2211
A8	PC 鋼棒 φ15 (0.785%)			1697
A12	PC 鋼棒 φ19 (1.26%)			1671
A24	PC 鋼棒 φ26 (2.36%)			1429
B	異形鉄筋 D10 (0.3%)			2643
C	PC 鋼棒 φ15 (0.785%)		採取コア (拘束解放)	2679 (解放後)

キーワード アルカリ骨材反応, 拘束筋比, 拘束解放, 力学的性能

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学大学院自然科学研究科 TEL076-264-6373

2.3 一軸圧縮試験

促進養生 (40℃, 100%R.H.) 後, ASR 膨張が収束した段階で供試体に対して一軸圧縮試験を行った (π型および表面貼付けゲージでひずみ測定). 供試体 C については ASR 膨張収束後に軸・横方向の拘束を解放してから載荷を行った. また, 膨張量はコンタクトゲージを用いて軸・横方向とも定期的に測定し, 収束を確認した.

3. 実験結果および考察

3.1 コンクリート負担応力

鋼材とコンクリートは一体となって挙動すると仮定し, 最大耐力から鋼材負担力を除き, 最大荷重時のコンクリート負担応力 (σ_c) を求めた. 軸筋比が σ_c に与える影響を図-2 に示す. 拘束を施した A シリーズのものでは, σ_c はいずれの軸筋比においてもほぼ様な値となった. 既往の研究¹⁾より, ASR 膨張に伴うコンクリート強度の低下は顕著でないとされており, A シリーズの膨張の範囲 (1400~2200 μ 程度) では, 強度低下に大きな相違はなかったものと考えられる. また, A シリーズの σ_c は無筋のものより大きく, 拘束による膨張抑制によって強度低下が抑制されたものと考えられる. 一方, 載荷試験前に拘束解放したものは, 拘束したままのものより約 20% 強度低下を生じた. 既往の研究¹⁾において, 0.2% の横拘束量では横拘束なしのものより最大耐力が 25% 程度増加したとされており, 拘束解放したものの強度低下は横拘束効果分に相当するものと考えられ, 拘束解放によってコンクリート自身の強度は大きく低下しなかったものと考えられる.

3.2 コンクリートの静弾性係数

軸筋比および膨張量がコンクリートの静弾性係数 (E_c) に与える影響を図-3 および図-4 にそれぞれ示す. σ_c と同様に, 鋼材負担分を全体から除き E_c を算出した. 拘束供試体の E_c は無筋よりも大きく, 軸筋比が小さい範囲 (0.8% 程度まで) においては, 軸筋比が大きいものほど E_c は大きくなった. A シリーズにおいては, 軸筋比が大きいものほど膨張が抑制され, 静弾性係数の低下が小さくなったものと考えられる. これに対して, 同一軸筋比において拘束を解放したものでは, 同一要因のものより E_c は小さくなった. 既往の研究²⁾においては, シートの横拘束が静弾性係数に与える影響は小さいとされており, 本研究においても同様の影響と考えられ, 拘束解放後の膨張によって静弾性係数が低下したものと考えられる.

4. まとめ

軸および横拘束によってコンクリートの強度低下は抑制される. 一方, 膨張に伴う静弾性係数の低下は顕著であった. また, 拘束解放によって強度は大きく低下しなかったものの, 静弾性係数の低下は生じやすいことが明らかとなった.

参考文献

- 1) 東原直, 久保善司, 上田隆雄, 野村倫一: 過大な ASR 膨張にともなうコンクリートの力学的性能の変化, 土木学会第 61 回年次学術講演会, pp.127-128, 2006.9
- 2) 久保善司, 服部篤史, 宮川豊章: ASR コンクリートの力学的特性と劣化度評価について, コンクリート工学年次論文集, Vol.25, No.1, pp.1799-1804, 2003

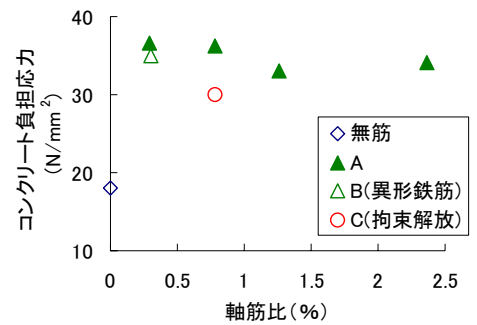


図-2. 軸筋比が σ_c に与える影響

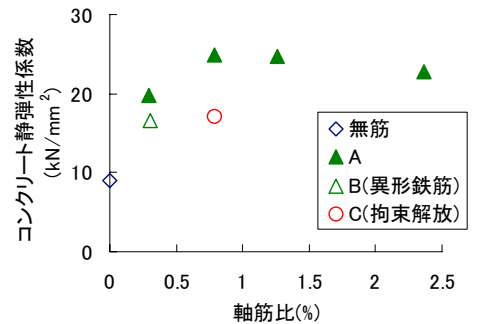


図-3. 軸筋比が E_c に与える影響

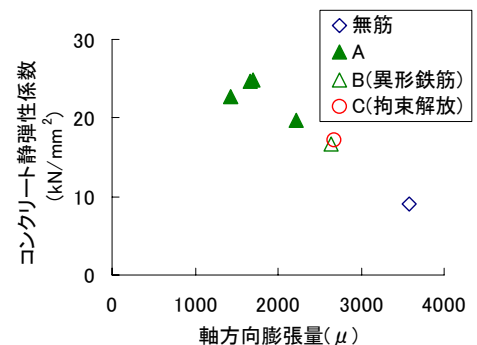


図-4. 膨張量が E_c に与える影響