

第V部門 横拘束されたコンクリートの一軸圧縮特性に与える ASR 膨張の影響

京都大学 学生会員○三井 知子 正会員 山本 貴士 フェロー 宮川 豊章

1. 研究目的

拘束下にあるコンクリートに ASR 膨張が生じた場合の圧縮特性については知見が少ないのが現状である。本研究では、反応性骨材を用いて ASR を生じさせた横拘束コンクリートの一軸圧縮特性を明らかにするとともに、これに対して炭素繊維シート巻立て（横拘束）補強を適用した場合の補修・補強効果についても検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体

供試体の形状・寸法と配筋を図 1 に示す。直径 150mm、高さ 300mm の円柱供試体とし、横拘束筋には、丸鋼スパイラル筋（SR235、φ6mm）を間隔 63mm（横拘束筋体積比 $\rho_v=1.1\%$ ）で配置した。コンクリートの目標配合強度は  $30\text{N/mm}^2$  で、載荷時の健全コンクリートの強度は  $38.9\sim 41.2\text{N/mm}^2$  であった。

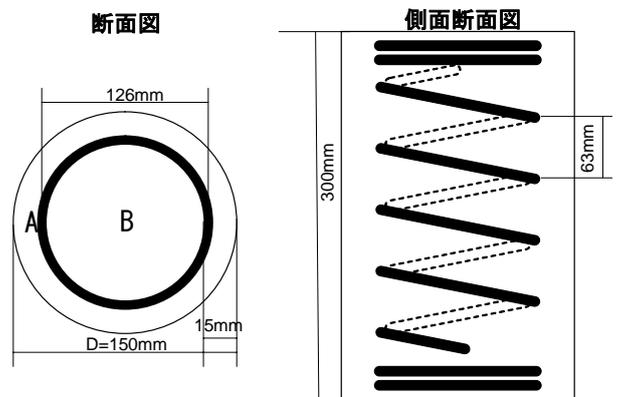


図 1 供試体形状・寸法および配筋図

2.2 実験要因

ASR 膨張の影響を検討するため、反応性骨材として北海道産安山岩をペシマム配合したコンクリートで供試体を作製した。なお、等価  $\text{Na}_2\text{O}$  量  $8.0\text{kg/m}^3$  となるように  $\text{NaOH}$  を添加した。

ASR 膨張を生じた横拘束コンクリートに対する炭素繊維シートの横拘束補強効果を検討するため、健全および ASR 劣化供試体に炭素繊維シートの巻立てを行った。シート（目付量  $200\text{g/m}^2$ ,  $f_{CF}=3430\text{N/mm}^2$ ,  $E_{CF}=2.3 \times 10^5\text{N/mm}^2$ ）は、供試体の全面に 1 層巻き立てた。このとき、コアコンクリート（ $D=150\text{mm}$ ）に対する横拘束筋体積比 $\rho_{CF}$ は、 $\rho_{CF}=0.3\%$ となる。シートのラップ長は 50mm、上下端部の 50mm は二重巻きとした。

2.3 促進膨張方法、測定項目および載荷方法

反応性骨材を用いて作製した供試体は、 $40^\circ\text{C}$ ,  $\text{RH}95\%$ の環境下に 138 日置いた。供試体の側面高さ中央を挟んで軸方向に対称に取り付けたコンタクトチップ（評点距離 100mm）間の長さ変化を、各供試体 2 箇所（円周対角位置）にて測定し、軸方向膨張量（以下、膨張量）を算出した。載荷は単調一軸圧縮試験とし、荷重および供試体中央 200mm 区間の縦変形量を測定した。以下、この区間の縦ひずみをひずみと表す。

3. 実験結果および考察

3.1 最大応力および終局ひずみの計算値

図 1 に示す断面 A（スパイラル筋中心線外側のコンクリート断面）および断面 B（スパイラル筋中心線内側のコアコンクリート断面）に対して、それぞれの拘束条件に応じた応力-ひずみ関係<sup>1), 2)</sup>を仮定する。各断面に用いた横拘束筋体積比の組み合わせを表 1 に示す。全断面に任意のひずみを与え、各断面に発生する応力を算出し、断面積を乗じて各断面に作用する荷重に変換する。各断面の荷重の総和を供試体の原断面積（ $D=150\text{mm}$ ）で除して平均的な応力を算出し、供試体に与えるひずみを逐次増加させて合成断面供試体の応力-ひずみ関係を得た。得られた応力-ひずみ関係から最大応力および終局ひずみを求めた。なお、終局はポストピークで応力が最大応力の 8 割に至るときのひずみとした。

表 1 各断面に用いた横拘束筋体積比

断面	シート無し		シート有り	
	$\rho_v$	$\rho_{CF}$	$\rho_v$	$\rho_{CF}$
A	0%	0%	0%	0.3%
B	1.14%	0%	1.14%	0.3%

3.2 最大応力

膨張量と最大応力の関係を図 2 に示す。図中には、自由膨張（無拘束）コンクリートの強度と膨張量の関

係として、既往の報告<sup>3)</sup>の強度残存率を今回の健全供試体の強度平均値に適用したものをあわせて示す。また、実線は、かぶり部分(断面A)に本実験のASR劣化管理供試体(無拘束)のコンクリート強度(22.7N/mm<sup>2</sup>)を用い、コア部分(断面B)に健全管理供試体の強度(39.0N/mm<sup>2</sup>)を用いて求めた計算値である。一方、破線は、断面A, Bともに、ASR劣化管理供試体(無拘束)のコンクリート強度(22.7N/mm<sup>2</sup>)を用いて求めた計算値である。

膨張供試体の実験値は、無拘束のコンクリート強度までは低下していないものの、コア部に劣化コンクリート強度を用いた計算値近くまで低下した。このことから、横拘束を受けるコアコンクリート部においても強度低下を生じるまでのASR膨張の影響を受けていた可能性がある。

一方、シート補強有りの最大応力の実験値は、シート補強無しに比べて膨張による低下が小さく、また、コア部に対して健全時の強度を用いた計算値(実線)に近い値が得られている。シートの拘束効果により、ひび割れを含んだコンクリート断面が有効に機能したと考えられる。したがって、ASR膨張により最大応力の低下を生じたコンクリートへのシート横拘束補強により、最大応力の回復あるいは向上が得られると云える。

### 3.3 終局ひずみ

膨張量と終局ひずみの関係を図3に示す。図中の実線および破線は、シート補強無しについて、上記の最大応力と同様に求めた終局ひずみの計算値である。シート補強の有無に係わらず終局ひずみの実験値は、膨張量の増加にともない大きくなった。終局ひずみはコンクリートの強度が小さいほど大きくなるとされている<sup>2)</sup>。ASR膨張を受けた部分のコンクリート強度が、ひび割れの影響により低下していると考えると、供試体断面の平均的な強度の見かけ上の低下により終局ひずみが増加したと云える。

一方、シート補強有りの供試体の方が大きい終局ひずみを示すが、膨張量の増加にともなう終局ひずみの増加率(傾き)はシート補強無しの方が若干大きい。シート補強により、膨張ひび割れによるコンクリート強度の見かけ上の低下が抑えられ、終局ひずみの増加が小さくなったと推察できる。

### 4. 結論

- (1) ASR膨張を受ける横拘束コンクリートの最大応力は健全時に比べて低下する。この傾向はコアコンクリートに対して膨張劣化したコンクリート強度を用いた計算値により捉えることができる。
- (2) ASRによって最大応力の低下した横拘束コンクリートに対してシート横拘束補強を行うことにより、最大応力の回復あるいは向上が得られる。
- (3) ASR膨張を受ける横拘束コンクリートの終局ひずみは、シート補強の有無によらず、膨張にともなって増加する。

#### 参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，丸善，pp.130-133，1996.12.
- 2) 細谷 学，川島一彦：炭素繊維シートで横拘束したコンクリート柱の応力度-ひずみ関係に及ぼす既存帯鉄筋の影響とその定式化，土木学会論文集，No.620/V-43，pp.25-42，1999.5.
- 3) 土木学会：アルカリ骨材反応対策小委員会報告書—鉄筋破断と新たな対応—，コンクリートライブラリー124，pp.II-82，2005.8

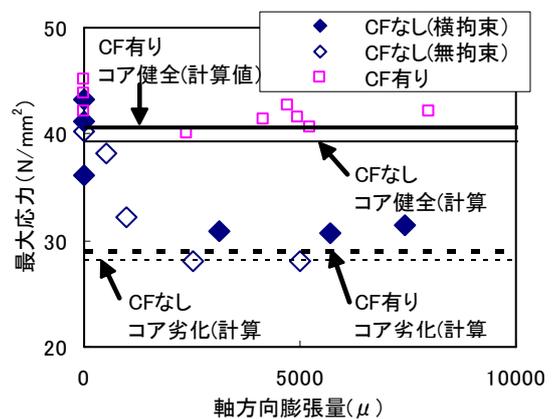


図2 膨張量と最大応力の関係

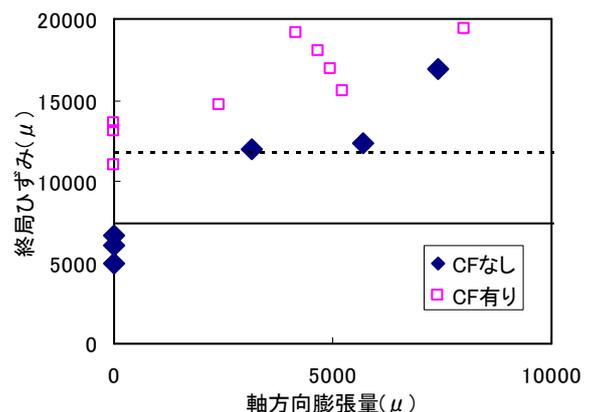


図3 膨張量と終局ひずみの関係