

床版内部コンクリートを模した ASR 劣化供試体による力学特性の検討

金沢大学 学生会員 ○市原鴻 正会員 久保善司 日本大学 正会員 子田康弘 正会員 岩城一郎
土木研究センター 正会員 大田孝二 太平洋セメント 正会員 梶尾聡 住友大阪セメント 正会員 大野晃

1. はじめに

コンクリート床版は他の部材とは異なり上下方向の膨張を拘束する鉄筋が存在せず、アルカリシリカ反応（以下、ASR）が起こるとコンクリートに水平方向の水平ひび割れが生じることが知られている¹⁾。これらのひび割れがコンクリートの力学特性に与える影響については明らかにされていない。本研究では、床版内部の鉄筋配置を模擬したコンクリート供試体を作製し、ASR膨張を生じさせて膨張による影響を再現し、荷重試験によって ASR 劣化した床版内部コンクリートの力学特性に関する基礎的検討を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体および ASR 促進

本実験で用いた示方配合を表-1 に示す。水セメント比は、標準的なコンクリートを想定し 55%とした。等価アルカリ量は 8kg/m^3 と、反応性細骨材の混入割合は、細骨材全体重量の 30%とした。

供試体寸法は 160mm 角の立方体とし、床版内部コンクリートの鉄筋による拘束状態を模擬するため、供試体の上面、下面から 10mm の位置、すなわち床版であれば主鉄筋および配力鉄筋が配置される位置に外径 150mm のフープ筋を配置した。鉄筋比は 1.11%(上鉄筋、下鉄筋ともに 0.56%)とした。鉄筋のかぶりは上下方向、水平方向ともに 5mm した。

ASR による膨張を促進させるための環境として、温度 80°C 、相対湿度 98%環境槽内に静置した。上下方向の膨張量が、劣化初期段階とみなすことのできる $2000\mu^2$ に達するまで促進を行った。

2.2 測定項目および荷重試験

供試体にコンタクトゲージ用チップを貼り付け、上下方向および水平方向の供試体表面のひずみを、コンタクトゲージを用いて促進養生開始時より測定した。

荷重方式は静的一方向圧縮荷重とし、測定項目は荷重および表面ひずみとした。4 側面全てにひずみゲージ

表-1 示方配合

W/C	単位量 (kg/m^3)						
%	W	C	G	Sn	Sr	AE 助剤	NaCl
55	168	305	980	550	236	0.16	12.1

Sn : 非反応性細骨材, Sr : 反応性細骨材

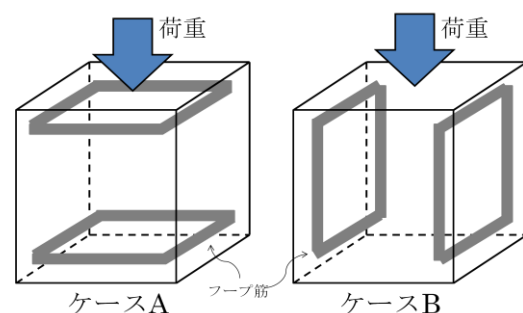


図-1 荷重試験のパターン

(検長：60mm)を上下方向および水平方向に貼り付け、側面の縦方向（荷重方向）および横方向（荷重方向と直交する方向）のひずみを計測した。

上下方向に圧縮荷重を行うケース A（供試体 A）と、供試体を 90 度回転し、水平方向に圧縮荷重を行うケース B（供試体 B）の 2 種類の荷重試験を実施した（図-1 参照）。

3. 実験結果および考察

3.1 膨張挙動 膨張量の経時変化を図-2 に示す。荷重試験時の膨張量は、上下方向は 2200μ 程度、水平方向 1400μ 程度であった。上下方向の膨張量は水平方向より大きな膨張を示した。今回作製した供試体には上下方向の膨張を抑制する鉄筋が存在しないため、上下方向の膨張量が水平方向の膨張量よりも大きくなり、床版部材中における膨張の異方性を再現できたものと考えられる。

3.2 荷重試験結果

(1) 圧縮強度 鉄筋の影響を無視し、最大荷重を供試体断面積で除した値を圧縮強度として求めた。圧縮強

キーワード：アルカリシリカ反応、床版部材、力学特性、変形特性

連絡先：金沢大学理工学域環境デザイン学系 〒920-1192 石川県金沢市角間町 TEL&FAX 076-264-6365

度は、上下方向に载荷したケース A では 33.1N/mm^2 となり、水平方向に载荷したケース B では 35.0N/mm^2 となった。配置したフープ筋の配置方向と载荷方向が一致するケース B のものの方が若干大きくなったものの、有意な差は認められず、圧縮強度は同程度であった。

膨張量が異なるものの、膨張量で 1000μ 程度の相違は強度に大きな相違を生じなかったものと考えられる。他方、後述の静弾性係数では载荷方向による相違が認められたため、変形の異方性の影響によって同程度となった可能性もあるため、原因については更なる検討が必要である。

(2) 静弾性係数 応力-ひずみ曲線を図-3 に示す(圧縮強度同様、鉄筋の影響は無視)。弾性範囲と見なし得る(応力とひずみに比例関係が認められる)最大荷重の $1/3$ 程度までの直線部分の傾きから静弾性係数を求めた。また、载荷ケース B においては、フープ筋が配置された面(CD 面)とフープ筋が配置されていない面(AB 面)では、ひずみが大きく異なったため、これらを区別し、静弾性係数を求めるとともに、その平均値も求めた。静弾性係数を表-2 に示す。ケース A においては、AB 面と CD 面はいずれも同程度の静弾性係数を示し、平均は 23.8kN/mm^2 となった。これに対して、ケース B では、AB 面と CD 面に大きな相違が認められ、AB 面では 16.7kN/mm^2 と小さく、CD 面では 36.0kN/mm^2 となった。ケース A では上下面にフープ筋が配置されており、鉄筋方向と载荷方向とは直交するため、フープ筋は荷重に対する抵抗は示さないものと考えられる。他方、ケース B では CD 面(側面)に配置されているフープ筋のうち、荷重方向と一致する鉄筋が荷重を負担し、変形に抵抗する。また、膨張によって生じたひび割れが荷重方向と一致することで、荷重と直交する方向への変形が容易となる。この二つの条件から、拘束のない方向に変形が集中したものと考えられる。変形の適合性からは、面外にはらみ出すような変形が生じているものと考えられる。なお、平均値としては、ケース A と同程度の 26.3kN/mm^2 であった。

変形挙動については、より詳細な検討が必要であるものの、床版と同様の拘束条件によって生じた水平ひび割れは、力学的挙動に異方性を生じる要因となりえるものと考えられる。

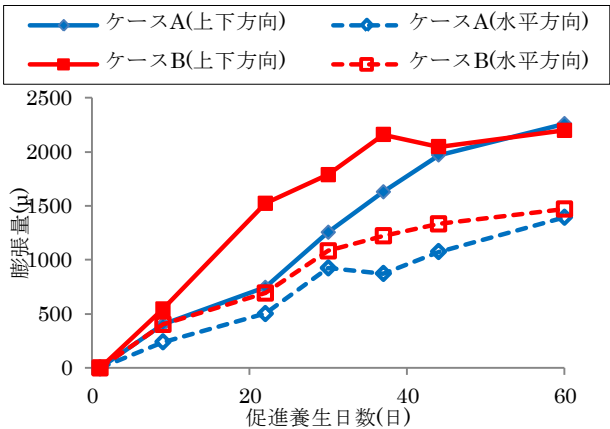


図-2 膨張量

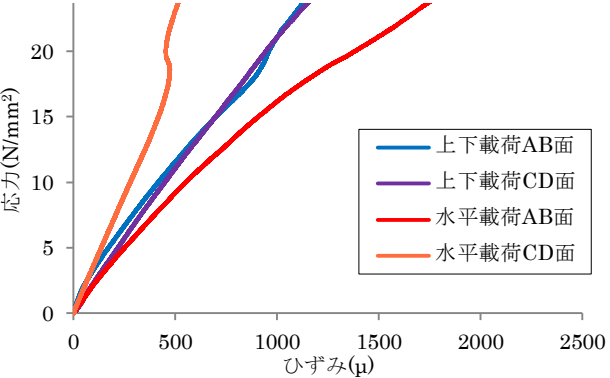


図-3 応力-ひずみ曲線

表-2 静弾性係数

	AB 面	CD 面	平均値
上下载荷(ケース A)	21.3kN/mm^2	26.3kN/mm^2	23.8kN/mm^2
水平载荷(ケース B)	16.7kN/mm^2	36.0kN/mm^2	26.3kN/mm^2

4. まとめ

ASR 床版内部コンクリートの劣化状況を模擬した供試体の力学的挙動から、圧縮強度には顕著な相違は認められなかった。他方、静弾性係数には、载荷方向による相違が認められ、膨張の異方性によって生じるひび割れ形態および材料劣化が変形性に影響を与えることが明らかとなった。なお、拘束による影響も含まれ、これらが部材挙動に与える影響も含めてさらなる検討が必要であろう。

参考文献

1) 宮野ら：ASR 劣化床版の力学的性能に関する基礎的研究，土木学会第 64 回年次学術講演会概要第 5 部，pp. 247-248，2009. 9
2) 東原ら：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 回年次学術講演会概要第 5 部，pp. 127-128，2006. 9