

PSV-8 アルカリ骨材反応の非破壊試験評価

立命館大学 正会員 尼崎 省二

1. まえがき

近年、コンクリート構造物の早期劣化・損傷が社会問題となるとともに、コンクリートの非破壊試験および品質評価方法の確立に関心が持たれている。非破壊試験結果から何等かの診断を下すには、試験方法が診断目的に合致していると同時に、コンクリートの品質あるいは品質変化が試験結果に及ぼす影響を明らかにしておく必要がある。

本研究は、コンクリート構造物のアルカリシリカ反応（ASR）損傷の超音波法による非破壊試験評価方法の基礎的資料を得るために、ASRによる膨張ひずみと音速の関係および残存膨張量測定のためのコア採取時の膨張量変化を検討したものである。

2. 実験の概要

供試体は、実橋梁の全断面鉄筋比およびその1/2にほぼ一致する鉄筋比（ $p = 1.43, 0.71\%$ ）およびスターラップ比（0.2, 0.1%）で作製した60および20 cm立方体とし、無筋コンクリート供試体も作製した。供試体の配筋、ひずみ測定位置の一例を図1に示す。ひずみ測定には埋込み型ひずみ計（標点距離100 mm）を使用した。

使用材料は、セメントが普通ポルトランドセメント（等価 $\text{Na}_2\text{O} = 0.61\%$ ）、細骨材が野洲川産川砂（比重2.57, 吸水率1.69%, $\text{FM} = 2.60$ ）、反応性粗骨材が豊島産古銅輝石安山岩（比重2.55, 吸水率1.54%, $\text{FM} = 6.61$ ）、非反応性粗骨材が高槻産硬質砂岩砕石（比重2.69, 吸水率0.72%, $\text{FM} = 6.64$ ）である。コンクリートの配合を表1に示す。なおASR促進のため、 NaCl を用いて等価 Na_2O を 8.0 kg/m^3 とした。

供試体は、材令2日で脱型、材令2週までの散水養生後、材令28日から60 cm 立方体の音速が大きく変化しなくなるまで促進養生を行った。促進養生は4日間の 40°C , 100% RHと3日の室内保存を一サイクルとし、サイクル終了日に音速とひずみの測定を行った。促進養生終了後、60 cm 立方体でひずみ計埋設位置および隣接位置で $\phi 10$ および $\phi 7.5$ cmのコアを、20 cm 立方体で2つの供試体からそれぞれ $\phi 10$ cmのコアを採取し、コア採取時のひずみ変化、残存膨張量を測定するとともに、埋込み型ひずみ計を有しないコアの音速も自動計測をした。

表2 コンクリートの物理的特性

配合の種類	圧縮強度 (kgf/cm^2)		ヤング係数 ($\times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$)		動弾性係数 ($\times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$)	
	材令28日	コア	材令28日	コア	材令28日	コア
非反応	4.41	5.38	3.45	3.80	4.13	4.42
反応性	4.12	3.04	3.25	1.75	3.94	2.75

反応性コアは促進養生終了後、60 cm 無筋立方体から採取

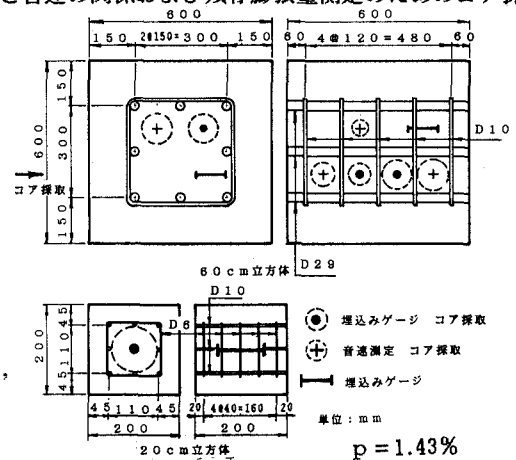


図1 供試体の配筋、ひずみ測定位置の一例

表1 コンクリートの示方配合

配合の種類	MSスラップ (mm)	スラップ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m^3)	W	C	S	GN	GR
反応性	20	7~10	4±1	50	43	176	352	738	485	510	
非反応						165	330	758	1048		0

Na_2O 当量を 8 kg/m^3 とし、 NaCl で調整
GN: 非反応性, GR: 反応性

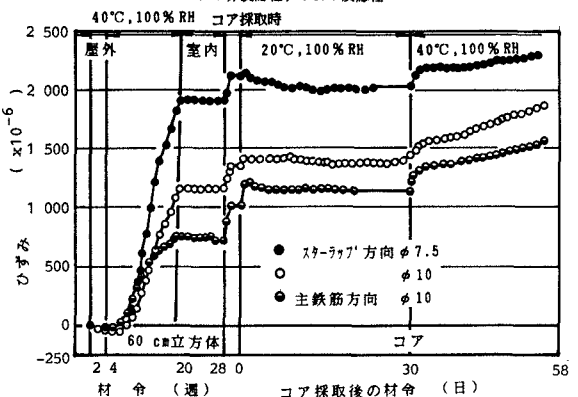


図2 供試体およびコアのひずみ変化（ $p = 1.43\%$ ）

3. 実験結果および考察

コンクリートの物理的特性を表2に示す。図2は60 cm立方体($p=1.43\%$)および採取コアのひずみ変化の一例である。スターラップ方向 $\phi 10$ と $\phi 7.5$ cmの僅か12cmの隔たりでも膨張量に大きな差があり、ASR膨張量は測定位置により異なることがわかる。またコア採取から20°C, 100 % RH養生まで(約2時間)の間に約200 μ mの膨張を生じるコアもあり、残存膨張量の測定のためのコア採取およびその後の処置には充分な注意が必要である。20 cm立方体の膨張量(図3)は鉄筋比の影響が顕著で、鉄筋比が大きいほど供試体の膨張ひずみは小さく、コア採取時のひずみ変化は大きくなる。一方、60 cm立方体およびコアの膨張量(図4)は鉄筋比の影響をほとんど受けておらず、ASR膨張には鉄筋比だけでなく、鉄筋間隔も影響すると思われる。

図5に立方体($p=1.43\%$)のひずみと音速の変化の一例を示す。促進養生4週間後から養生終了(材令20週)までASR膨張を生じており、スターラップ方向ひずみは主鉄筋方向の約2.5倍である。ASR膨張は促進養生終了とともに停止しており、養生の継続によりさらに膨張すると思われる。一方音速は膨張開始とともに最大16%程度まで低下しているが、材令16週程度以降は大きな低下はない。この傾向は $p=0.71\%$ の場合も同様である。供試体内部のASR発生状況およびひびわれ分布は明らかではないが、材令16週程度でひびわれ分布が定常状態となり、その後ひびわれ幅のみが増大したためと思われる。

図6に20 cm立方体の音速変化を示す。鉄筋コンクリートの音速は主鉄筋の影響を受けていると思われるが、無筋供試体でも音速低下は10%程度であり、60 cm立方体よりも小さい。従来、ASR膨張は供試体の形状・寸法により異なることが指摘されている¹⁾が、ASRによる音速低下も供試体形状・寸法により異なっており、ASR損傷の超音波法による評価には、個々の構造物についての評価基準が必要と思われる。

コア採取時のひずみ変化については当日発表する予定である。最後に、本研究は文部省科学研究費補助金(一般研究C)により実施したことを付記し、深謝します。

文献 1) 鈴木, 小林他, 「反応性骨材を用いたコンクリートの膨張に及ぼす養生条件および供試体形状の影響」, セメ技年報41巻, 昭和62年

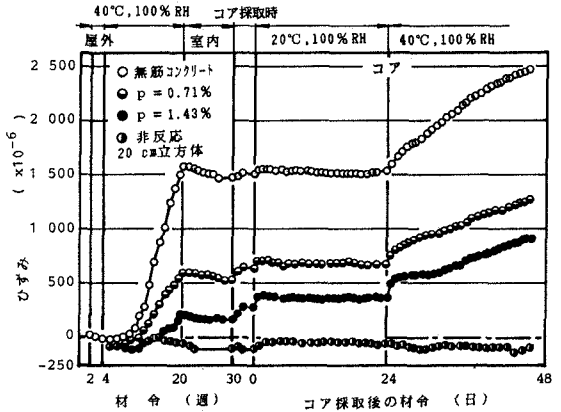


図3 20 cm 立方体およびコアのひずみ変化

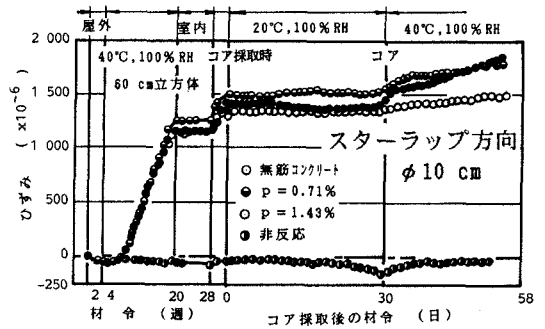


図4 60 cm 立方体およびコアのひずみ変化

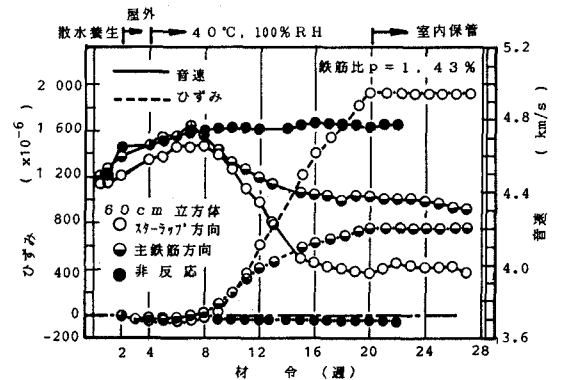


図5 供試体の膨張ひずみと音速の変化

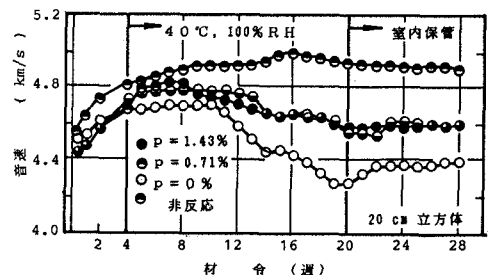


図6 20 cm 立方体の音速変化