

## アルカリ・シリカ反応によって劣化したコンクリートの残留膨張の予測

金沢大学工学部 学生員 ○小阪 拓哉  
 デンマーク工業研究所 S. Chatterji  
 金沢大学工学部 正会員 川村 満紀

### 1. まえがき

アルカリ・シリカ反応(ASR)により損傷を受けたコンクリート構造物が発見されて以来、多くの補修対策が取られてきたが、近年、完全な補修後においても、ひびわれの再発やコンクリートの劣化の進行が報告されている。このような現状において、ASRによって損傷を受けた構造物が、将来、まだ膨張するかどうかを早期に予測することは極めて重要であるが、このような構造物の残留膨張量に関する信頼できる評価法はまだない。しかし、最近、Strunge & Chatterji<sup>1)</sup>らによってASRによるコンクリートの残留膨張量の予測に関する新しい試験法が提案された。本研究において、この残留膨張量予測法を、実際にASRにより損傷を受けた我国のコンクリート構造物(7ヶ所の橋梁ピア)に適用し、その有用性について検討するとともに、偏光及び蛍光顕微鏡による薄片観察の結果との関連性についても考察した。

### 2. 実験概要

アルカリ・シリカ反応によって損傷を受けたと思われる7ヶ所の橋梁ピアからコンクリートコアを採取し、コアの残留膨張試験、コンクリート中の骨材のアルカリ反応性試験(化学法)、偏光及び蛍光顕微鏡による薄片の観察を行った。残留膨張試験法(デンマーク法)を要約すると次のようである。コア供試体(φ5.0×10cm)を十分に吸水させた後、基長を測定し、50℃の(a)飽和NaCl溶液中(b)湿潤砂中及び(c)水中に浸漬し、時間変化にともなう長さ変化を測定した。

### 3. 結果及び考察

#### 3-1. 残留膨張試験

化学法(ASTM C 289)により得られた、コンクリート中の骨材のアルカリ反応性の結果を表1に示す。16週における7橋からのコアの膨張量を表2に示す。図1は、水中浸漬におけるコアCの膨張量の経時変化を示したものであり、図2は、内部からのアルカリの溶出を防ぐため、湿潤砂に浸漬されたコアCの膨張量の経時変化を示したものである。いずれにおいても、急激な膨張の進行は認められない。図3は、NaCl溶液に浸漬したコアCの膨張量の経時変化を示したものである。図3より、NaCl溶液中に浸漬することにより反応は促進され、膨張が進行していることが分かる。このことは橋梁Cのピアのコンクリートには、まだ反応成分が残っていることを示している。NaCl溶液中のコアの膨張挙動は、反応成分を含有する骨材粒子の大きさ、及び反応成分のアルカリ反応性の割合によって異なる。図3における2つのコア供試体の膨張挙動の違いは、後者に起因しているものと思われる。図4は、NaCl溶液中に

表-1 骨材のアルカリ反応性 (mmol/l)

橋梁名称	Rc	Sc	判定	
A	粗	55.9	78.5	有害
	細	106.5	20.6	無害
B	粗	64.0	392.3	有害
	細	212.8	542.5	有害
C	粗	30.6	72.0	有害
	細	135.7	518.8	有害
D	粗	105.4	175.0	有害
	細	131.6	421.7	有害
E	粗	27.7	74.8	有害
	細	154.7	256.4	有害
F	粗	65.3	224.0	有害
	細	101.9	497.1	有害
G	粗	35.2	73.3	有害
	細	113.8	588.2	有害

ASTM C-289

表-2 NaCl溶液中のコアの16週における膨張量

橋梁名称	膨張量 (%)
A	-0.051
B	0.494
C	0.324
D	0.603
E	-0.119
F	0.572
G	0.268

おけるコアEの膨張量の経時変化を示したものである。図4より、コアEにおいては、顕著な膨張特性は認められないことが分かる。これは、橋梁Eのピアのコンクリートには、初めから反応成分が含有されていないか、すでに反応が完了したかのいずれかである。

### 3-2. 薄片観察

多くの安山岩粒(細骨材)は、反応が完了しているが、それらの周りには、ひびわれは見られない。しかし、反応進行中と思われる他の安山岩粒子の周囲のペースト中には、膨張に起因するひびわれが見られる。細骨材中の流紋岩粒子のいくつかには、アルカリ・シリカ反応の兆候やゲル形成が見られる。薄片観察より全体として、安山岩粒子の反応性は流紋岩粒子よりも高いことが分かる。従って、図3における同一橋梁ピアからの2つのコア間の膨張挙動の相違は、たまたまそれらに含有される反応性の高い安山岩細骨材粒子と全体として比較的反応性の低い流紋岩細骨材粒子の含有量の相違によるものと考えられる。

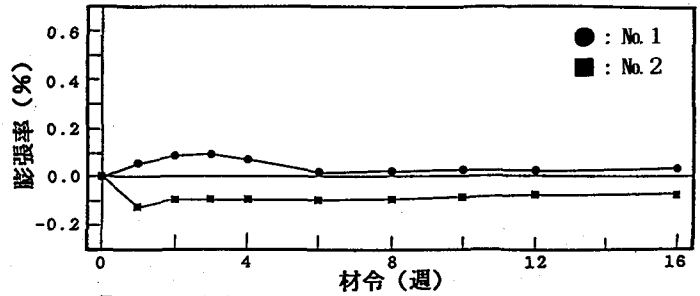


図-1 水中浸漬におけるコアCの膨張量の経時変化

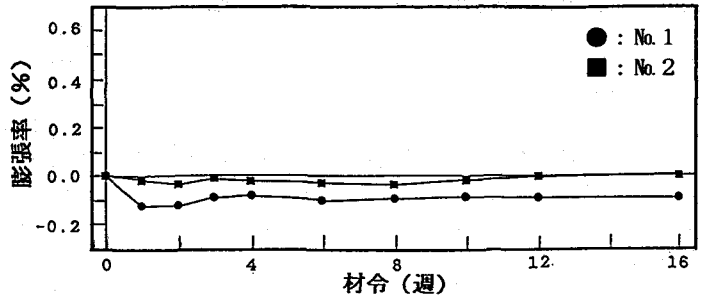


図-2 湿潤砂中におけるコアCの膨張量の経時変化

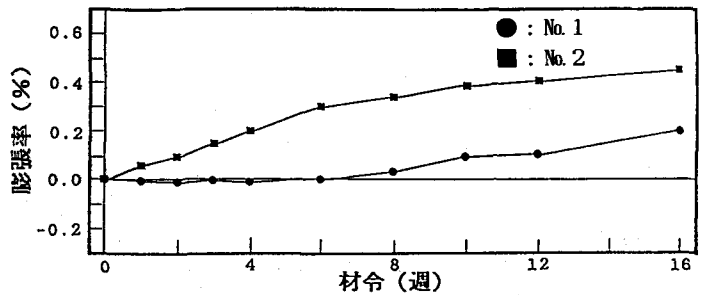


図-3 NaCl溶液浸漬におけるコアCの膨張量の経時変化

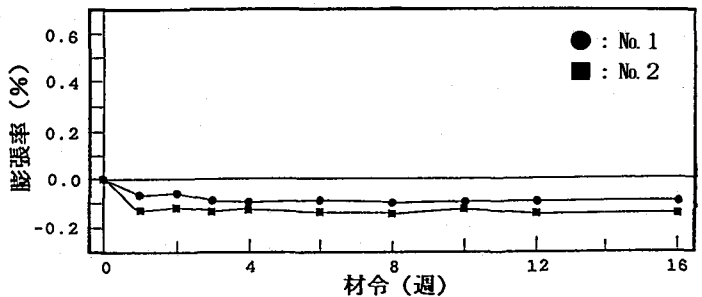


図-4 NaCl溶液浸漬におけるコアEの膨張量の経時変化

### 4. まとめ

ASRによって損傷を受けたコンクリートコアの薄片観察と飽和NaCl浸漬膨張試験(デンマーク法)によって得られた結果との間に、対応関係の存在することが明らかになった。デンマーク法は、ASRによって劣化したコンクリート構造物の残留膨張を予測するための有用法と考えられる。

### 【参考文献】

1) Strunge, H. & S. Chatterji et al. 印刷中 Ill Cemento.