

## コアの促進養生試験と実構造物における残存膨張性の検証

（株）クエストエンジニア 正会員 ○野村 昌弘

中日本高速道路（株） 金沢支社 金沢管理事務所 清水 隆司

### 1. はじめに

アルカリシリカ反応（以下ASR）が生じた構造物の補修・補強を行うには、すでにコンクリートがどの程度膨張していたか、また今後、どの程度膨張するかを把握することが重要である。後者のためには、コアによる促進養生試験が用いられているが、その結果と構造物の膨張挙動との関係が明確ではないのが現状である。本論文では、構造物から採取したコアに対して2種類の促進養生試験を実施するとともに、コア採取後に行った構造物での膨張挙動を3～6年にわたり計測し、両者の対応関係について検討した。

### 2. 試験および調査概要

道路構造物（1975～1983年に供用開始）の橋台（10

基）および橋脚（5基）からコア（ $\phi 55\text{mm}$ ,  $L=150\text{mm}$ ）を採取して、2つの促進養生試験、ASTM法（ASTM C1260に準拠（温度  $80^\circ\text{C}$ 、 $1\text{N}\cdot\text{NaOH}$  溶液浸せき、試験日数 21日））ならびにデンマーク法（温度  $50^\circ\text{C}$ 、飽和  $\text{NaCl}$  溶液浸せき、試験日数 91日）を実施した。その後、構造物のひび割れ箇所 contacts ポイントを取付け（各面に計 10箇所程度）、ポイント間の距離を定期的に3～6年にわたり測定した。

### 3. 調査結果および考察

#### 3.1 膨張挙動

ASTM法、デンマーク法および構造物における膨張率の調査結果を図1に示す。構造物における膨張率は、各測点の平均値である。また、橋脚での測点は、T型

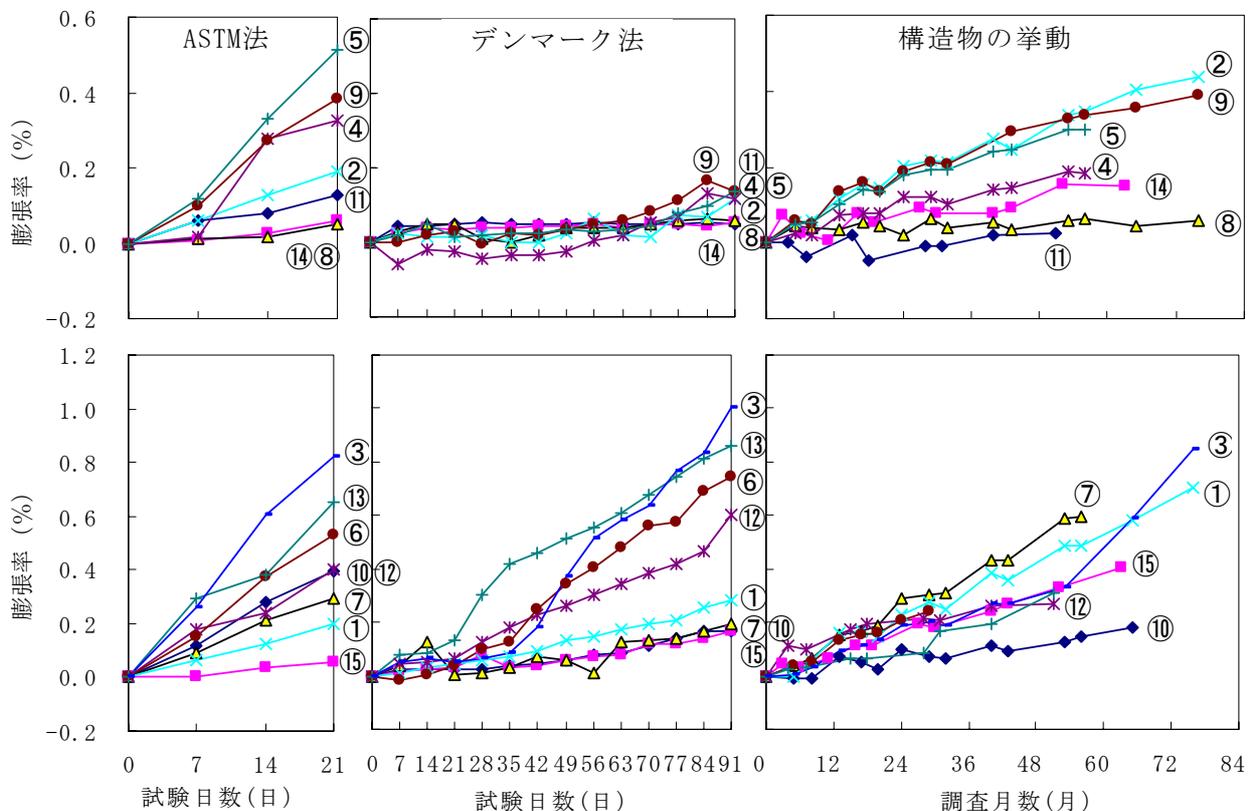


図1 ASTM法、デンマーク法および構造物における膨張率の対比

キーワード アルカリシリカ反応, 膨張挙動, 残存膨張性, ASTM C1260, デンマーク法

連絡先 〒920-0025 石川県金沢市駅西本町3-7-1 (株)クエストエンジニア TEL076-264-7872

橋脚の梁部を対象としている。促進養生試験および構造物の膨張率は、材齢とともにほぼ直線的に増加しており、促進養生試験と構造物との膨張には対応関係があるようである。そこで膨張挙動の対応を式(1)に示す膨張率  $y$  と材齢  $x$  とした場合の直線回帰における傾き  $a$  について検討した。

$$y = ax \tag{1}$$

また、構造物では鉄筋拘束の影響を受けると考えられることから、単位面積当りの鉄筋の断面積（縦筋と横筋の合計）を算出した。これらの結果を表1に示す。この中で、同一の構造物の橋台および橋脚の  $a_3$  の違いに注目すると、単位面積当りの鉄筋量が多い場合は小さく、鉄筋量が少ない場合は大きくなっている。これは構造物の膨張挙動には鉄筋量が影響を与えていることを表している。そこで鉄筋量  $As$  と傾き  $a_3$  の積 ( $a_3 \cdot As$ ) と ASTM 法の  $a_1$  ならびにデンマーク法の  $a_2$  との関係に着目した。結果を図2に示す。両者の間には相関性が認められる。そして、それぞれ式(2)、式(3)で近似され、促進養生試験により、3~6年程度の残存膨張量を予測できるものと考えられた。

$$\text{ASTM 法 } a_1 = 0.0045 \text{EXP}(0.086(a_3 \cdot As)) \tag{2}$$

$$\text{デンマーク法 } a_2 = 0.0007 \text{EXP}(0.097(a_3 \cdot As)) \tag{3}$$

### 3.2 コアと構造物の膨張率の関係

式(2)および式(3)を用い、ASTM法およびデンマーク法の膨張率と単位当りの鉄筋量を仮定した場合の5年後における構造物の膨張率を推定した。結果を図3に示す。ASTM法およびデンマーク法の膨張率は、促進試験結果が式(1)により回帰され、試験日数がそれぞれ21日ならびに91日でのものである。この結果より、ASTM法では試験日数21日での膨張率が0.1以下ならびにデンマーク法では試験日数91日での膨張率が0.07%以下の場合、構造物における膨張率は0と推測され、北陸地方における道路構造物における判定基準（膨張率0.1%未満の場合、「残存膨張性なし」<sup>1)</sup>）とほぼ一致する結果となった。

### 4. まとめ

- (1) 構造物での ASR 膨張挙動は、鉄筋量の影響を受けていた。
- (2) ASTM 法およびデンマーク法の残存膨張性の有無における判定基準の妥当性が確認され、5年後程度の構造物の膨張挙動を予測できるものと考えられた。

### 【参考文献】

- 1) 野村昌弘ほか：北陸地方における道路構造物の ASR による損傷事例とその評価法，コンクリート工学論文集，Vol. 13, No. 3, pp. 105-114, 2002.

表1 鉄筋量  $As$  と  $a$  の算出結果

番号	橋名	橋台・橋脚	ASRの有無	構造物			ASTM法 $a_1$ (%/日)	デンマーク法 $a_2$ (%/日)
				鉄筋量 $As$ ( $\text{mm}^2/\text{m}^2$ )	$a_3$ (%/月)	$a_3 \cdot As$ ( $(\% \cdot \text{mm}^2)/(\text{月} \cdot \text{m}^2)$ )		
①	A橋	橋脚	有	1,589	0.0090	14.3	0.0093	0.0028
②	A橋	橋台	有	2,095	0.0063	13.2	0.0091	0.0008
③	B橋	橋脚	有	2,644	0.0084	22.2	0.0401	0.0090
④	C橋	橋台	有	2,544	0.0036	9.2	0.0158	0.0017
⑤	C橋	橋脚	有	1,500	0.0059	8.8	0.0237	0.0010
⑥	D橋	橋台	有	1,952	0.0065	12.7	0.0253	0.0074
⑦	D橋	橋脚	有	1,456	0.0106	15.4	0.0144	0.0017
⑧	E橋	橋台	無	2,648	0.0011	2.9	0.0019	0.0007
⑨	F橋	橋台	有	1,301	0.0060	7.8	0.0183	0.0013
⑩	F橋	橋脚	有	3,599	0.0026	9.4	0.0189	0.0016
⑪	G橋	橋台	無	2,644	0.0002	0.5	0.0062	0.0008
⑫	H橋	橋台	有	3,734	0.0067	25.0	0.0191	0.0057
⑬	I橋	橋台	有	1,952	0.0051	10.0	0.0307	0.0098
⑭	J橋	橋台	無	1,169	0.0026	3.0	0.0025	0.0007
⑮	K橋	橋台	有	1,324	0.0063	8.3	0.0026	0.0016

※ $a_1, a_2, a_3$ は式(1)に示す傾き  $a$  である

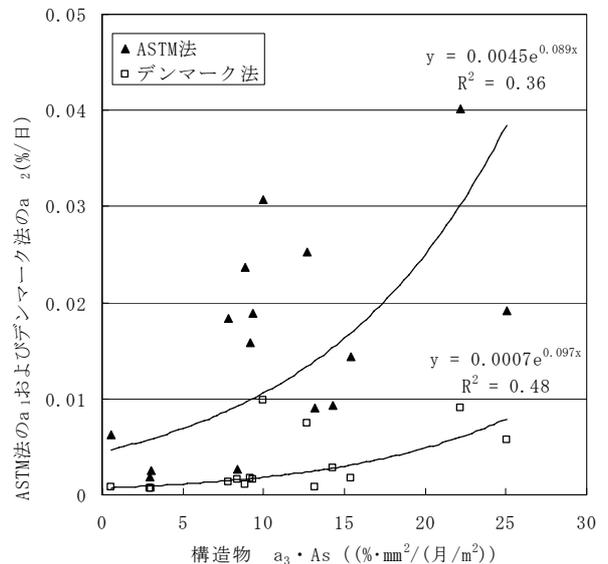


図2 促進養生試験の  $a$  と構造物の  $a \cdot As$  との関係

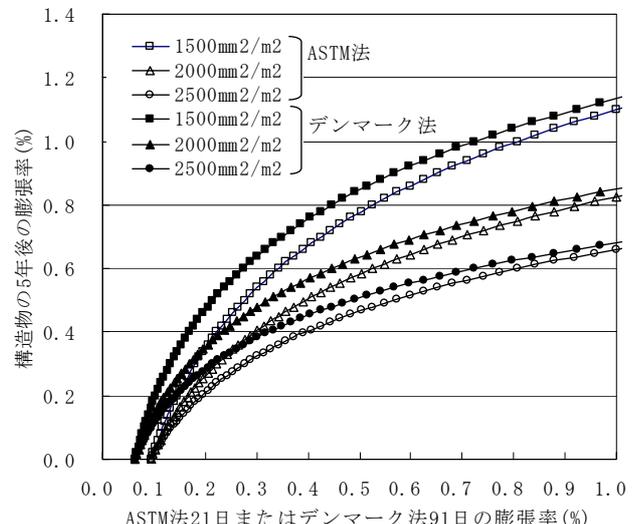


図3 構造物と促進養生試験との関係