

V-194

チャート質骨材のアルカリ反応性と実構造物の劣化について

愛知工業大学 学生会員 ○岩月栄治

愛知工業大学 正会員 森野奎二

愛知工業大学 後藤鉦蔵

1. まえがき

わが国におけるアルカリ骨材反応の被害事例は、安山岩の他に、チャート、砂岩、頁岩および粘板岩などの珪質堆積岩によるものが、各地でみられるようになった。例えばチャートの含有量の多い骨材を使ったコンクリート構造物において、亀甲状ひびわれが生じ反応生成物が滲出し、また骨材内部にも反応生成物や反応環がみられ、またコンクリートの弾性係数が低下するなど、典型的なアルカリ骨材反応が生じていた。筆者らは、実構造物の劣化状態を実験室供試体において把握するため、実構造物中の骨材と同種のチャート骨材を取り挙げ、モルタルおよびコンクリートを作製し、膨張挙動、強度および弾性係数などを調べた。

2. 実験概要

2.1 使用材料：セメントは Na_2O 当量0.81% (Na_2O , 0.36%, K_2O , 0.68%)の普通ポルトランドセメントである。骨材は愛知～岐阜県産のチャート質砂利骨材3種類（A, B, C）で、ASTMC289化学試験結果では、いずれも有害骨材と判定（表1）されるものである。添加アルカリは NaOH を用い、モルタルおよびコンクリートの全アルカリ量を0.8～3.81%とした。

2.2 試験方法：モルタルバー（ $28 \times 28 \times 285\text{mm}$ 、所定粒度）は湿潤環境を保つ密閉容器に入れ、 38°C 、 20°C および屋外に静置した。コンクリート角柱（ $15 \times 15 \times 53\text{cm}$ 、粗骨材20-5mm、細骨材矢作川砂）は、7日間湿空養生後、屋外に被覆せずに置き、所定材令でコア（内径7cm）を採取した。このコアと劣化コンクリートより採取したコア（内径7cm）について、強度、弾性係数および骨材岩種の構成比率を求めた。岩種の鑑定は偏光顕微鏡とX線回折によった。岩種の構成比率は、コア切断面（平均約20個）に現われた各粗骨材粒子の面積（プランメーター使用）の比率によった。

3. 結果及び考察

3.1 劣化コンクリート構造物の骨材岩種、強度および弾性係数

劣化コンクリート中の骨材の岩種とその構成比率を表2に示す。AARによるひびわれが生じていた構造物にはチャートの含有量が多い。

表3は、チャート骨材（A, B）を用いたコンクリート供試体の結果であって、アルカリ量が、 Na_2O 当量3.8%では、材令3ヵ月でひびわれが見られ、同1.3%では、チャートAは10ヵ月でチャートBは6ヵ月でひびわれが見られ、同0.81%では、両骨材とも15ヵ月ではひびわれは見られない。コアの圧縮強度と弾性係数の関係（図1）では、同じ強度であれば、実構造物の弾性係数の低下の方が、供試体の低下よりも大きい。また、実構造物ではひびわれが見られなくても、弾性係

表1 チャートのC289化学試験結果

骨 材	化学法試験結果			
	Sc (mol/L)	Rc (mol/L)	Sc/Rc	判定
チャートA	108	57	1.89	有害
チャートB	92	83	1.11	有害
チャートC	163	66	2.47	有害

表2 劣化コンクリート中の骨材の岩種と構成比率

No	構造物	打設年 (年)	AARによる ひびわれ	骨材の 種類	骨材岩種及び 構成比率(%)
1	橋梁1 橋脚部	1963	無し	砂利	チャート: 8 砂岩: 81 粘板岩: 11
2	橋梁1 拉幅部	1969	有り	砂利	チャート: 95 砂岩: 4 粘板岩: 1
3	橋梁1 床版	1969	無し	砂利	チャート: 13 砂岩: 47 粘板岩: 40
4	橋梁2	1922	無し	砂利	チャート: 74 砂岩: 17 粘板岩: 9
5	縁石1	1971	無し	砂利	チャート: 6 砂岩: 16 粘板岩: 78
6	縁石2	1971	有り	砂利	チャート: 71 砂岩: 17 粘板岩: 12

注) 円内の数字は構造物No

○はAARによるひびわれ有り

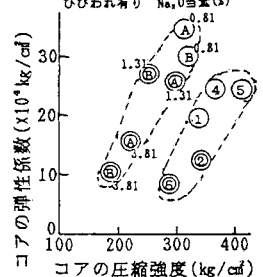


図1 コンクリートコアの圧縮強度と弾性係数との関係

数はある程度低下している。経時変化は強度よりも弾性係数の方が著しい。弾性係数とモルタルバー膨張率の関係を図2に示す。屋外養生のモルタルバーの膨張が大きくなると、コンクリートの弾性係数が低下するという関係が認められる。

3. 2 モルタルバーの膨張試験結果

モルタルバーの膨張試験結果を図3に示す。上段は、 Na_2O 当量3.8%、中段は、同1.3%、下段は、同0.8%の結果である。左はチャートA、中はチャートB、右はチャートCの結果である。

特に注目すべき結果を示しているのは、チャートBの中、下段の屋外養生の膨張状態である。チャートBでは、材令15ヵ月頃から急激な膨張を開始し、材令15ヵ月では38℃、20℃養生の膨張よりも遙かに大きくなり、しかも38℃養生の膨張が横這いであるのに比べ、屋外養生の膨張はまだ上昇傾向にある。なお、アルカリ量3.8%の屋外供試体は38℃、20℃養生の供試体よりも著しくひびわっていた。屋外養生では、夏季は高温（60℃以上）になり、冬季は昼夜の温度差

表3 コンクリート供試体のひびわれ発生状況

Na	供試体	アルカリ量 Na_2O (%)	AARによる ひびわれ発生材令
A	チャートA	0.81	なし(15ヵ月時)
	1.31	10ヵ月	
	3.81	3ヵ月	
B	チャートB	0.81	なし(15ヵ月時)
	1.31	6ヵ月	
	3.81	3ヵ月	

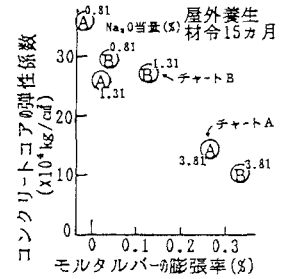


図2 チャート骨材使用実験供試体コアの弾性係数とモルタルバー膨張率との関係

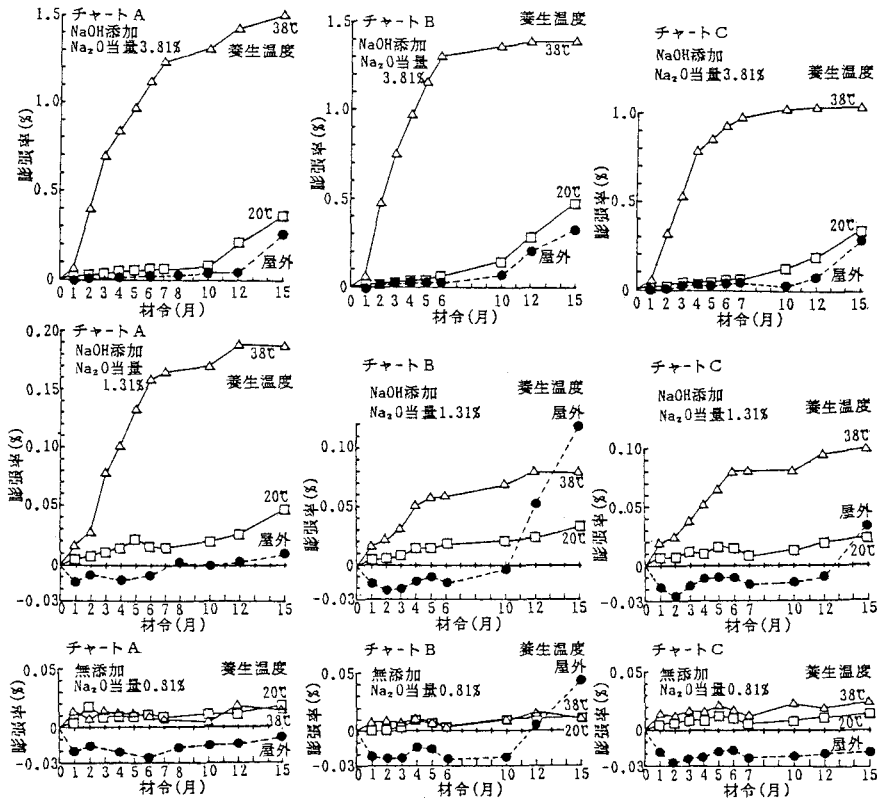


図3 チャート骨材使用モルタルバーの膨張率

が大きいなど物理化学的な作用が室内の一定温度による養生よりも激しく作用したものである。実構造物の劣化の観察においても数年間ひびわれが無かったものが、ひびわれが発生しだすと急速に増加する場合があるが、今回の実験ではそのような例を供試体で確認したことになる。

4. まとめ

チャートを多く含む骨材を使用した実構造物においてアルカリ骨材反応による被害が見られた。同じような骨材を使用して作製したモルタルバー膨張試験結果では、屋外養生の方が38℃養生よりも大きな膨張を示す骨材(チャートB)があった。自然環境下にあるコンクリート構造物が早期劣化するのは、チャートAよりもチャートBのような骨材を使用したときであるといえそうであり、両者の違いを精密に調べる必要がある。