

異なる環境条件下におけるアルカリ・シリカ反応によるコンクリートのひびわれ

金沢大学 工学部 正会員 川 村 満 紀
 金沢大学 工学部 正会員 鳥 居 和 之
 金沢大学 大学院 学生員 〇五十嵐 正 己

1. はじめに

アルカリ・シリカ反応による実際のコンクリート構造物の劣化の度合は環境条件によって異なることが指摘されてきた。しかし、異なる自然環境下においてアルカリ・シリカ反応によるコンクリートの劣化の進行を比較検討した例は極めて少ない。特に海洋環境においては外部から供給されるNaClによってアルカリ・シリカ反応が促進されるか否かについては不明である。本研究は高アルカリセメントを使用して製造された反応性骨材含有コンクリート供試体を、海岸および海水の影響を全く受けない建物の屋上に置き、単位アルカリ量の異なるコンクリート供試体に発生するひびわれおよび膨張量の進行状況を追跡したものである。

2. 実験概要

2-1 使用材料および配合

使用したセメントの等価 Na_2O 量は0.97%である。反応性骨材および非反応性骨材としてそれぞれ石川県能登産の安山岩(5mm~10mm)、および富山県早月川の川砂および玉砕石を用いた。コンクリートの配合は、水/セメント=0.50、細骨材率は0.4として、単位セメント量=400 Kg/m^3 、500 Kg/m^3 、600 Kg/m^3 、700 Kg/m^3 の4種類である。細骨材は非反応性の川砂であり、粗骨材中における反応性骨材の非反応性骨材に対する質量比は0.5である。

2-2 実験方法

図-1に示されるように220×220×220mmの立方体のコンクリート供試体の打設面においてひずみ測定を行った。コンクリート供試体は、28日間湿空養生(20℃)をした後、打設面以外の5面をすべて樹脂でコーティングした。又コーティングのアルカリ・シリカ反応におよぼす影響を明らかにするために、6面全部をコーティングした供試体も作成した。これらの供試体は樹脂でコーティングした後、直ちに石川県美川町の海岸および金沢大学工学部の屋上に置いた。これらのうち打設面をコーティングしなかったものについては、画像解析装置によってひびわれの本数および総延長を測定することにより、ひびわれ発生による損傷の度合いを定量的に評価した。

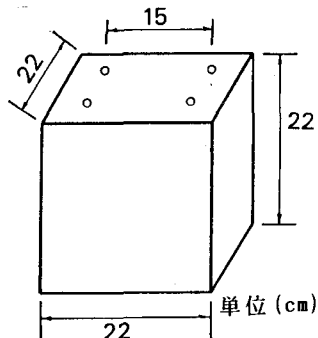


図-1 供試体の形状

3. 実験結果および考察

図-2は、屋上に曝露した条件下において打設面をコーティングしていない供試体の膨張量変化を示す。この図より、単位セメント量700 Kg/m^3 (単位アルカリ量=6.79 Kg/m^3)と600 Kg/m^3 (単位アルカリ量=5.82 Kg/m^3)の供試体は曝露開始後約12ヶ月より膨張し始め、その後急激に膨張が進行していることが分かる。しかし、現在においては、400 Kg/m^3 の供試体にはまだ膨張は見られない。図-3は打設面をコーティングしていない供試体の海岸曝露条件下における時間にもなる膨張量変化を示したものである。屋上曝露条件と異なり、海岸曝露条件下では700 Kg/m^3 の供試体は初期より膨張する傾向にあり、10ヶ月より急速に膨張が進行し始めている。600 Kg/m^3 供試体は700 Kg/m^3 のものよりほぼ4ヶ月おくれで膨張を始めている。このような屋上と海岸曝露条件下においてコンクリート供試体の膨張

表-1 ひびわれデータ表

曝露場所	単位セメント量 [kg/m^3]	本数 [本]	平均長 [mm]	総延長 [mm]	ひびわれ発生時期 [月]
屋上	700	140	18.0	2521.2	9(6月)
	600	159	15.6	2472.6	9(6月)
	500	40	11.4	456.2	11(8月)
	400	5	6.1	30.7	11(8月)
海岸	700	128	14.7	1885.3	9(6月)
	600	64	11.5	739.0	9(6月)
	500	3	15.3	46.0	11(8月)
	400	—	—	—	—

挙動の差は、温度条件（とくに夏期）および海水の影響の有無によるものと思われる。図-4は全面コーティングした供試体の屋上曝露下における長さ変化を示したものである。膨張している唯一の700Kg/m³の供試体においても、約10ヶ月目において、1面をコーティングしていないもの（図-2参照）より膨張量ははるかに小さく、また膨張開始時期もおくれていることがわかる。図-5は全面コーティング供試体の海洋曝露条下における長さ変化を示す。いずれの供試体も膨張していないことがわかる。図-3と図-5を比較すると、1面を曝露した700Kg/m³および600Kg/m³供試体において発生している膨張は外部より供給される塩分または乾湿繰返しの影響に起因することがわかる。表-1は画像解析装置によるひびわれ発生度合いの評価の結果を示したものである。屋上曝露供試体が海岸曝露のものに比べて本数、総延長ともに大きな値を示していることがわかる。またこれらの値は単位セメント量とともに増大している。これらの傾向は膨張量測定結果においてもみられた。しかし、屋上曝露条件下における700Kg/m³と600Kg/m³供試体の間で本数、総延長ともに大きな差はない（表-1）。しかし、前者は後者よりかなり大きな膨張を示している（図-2）。又表-1と図-2より、供試体の膨張開始時までにはすでにひびわれが発生していたことがわかる。これらの事実より屋上において自然環境条件下に曝露されたコンクリート供試体においては、まずひびわれの発生およびそれらの進展が先行し、その後膨張が開始することがわかる。これらの結果は、自然環境条件下においては、アルカリ・シリカ膨張と乾湿の繰返し、温度変化による影響の複合作用によって、まずひびわれが発生し、それらのひびわれを通して侵入する雨水または海水がアルカリ・シリカ膨張を促進することを示唆している。さらに本実験における供試体の形状では、単位面積あたりにして約0.15~0.20本/cm²程度のクラックが生じなければ膨張は生じないこと、海岸曝露条件下の500Kg/m³、屋上の400Kg/m³供試体ではひびわれは発生しているが、膨張はまだ開始していないこと、さらに全面コーティング供試体はどの環境条件配合においても1面をコーティングしていないものよりはるかに膨張が小さいかあるいは全く生じていないことは、上述の考え方の妥当性を補強する結果と考えられる。

4. まとめ

得られたものの結果は次のようである。

(1) 自然環境下におけるアルカリ・シリカ反応によるコンクリートのひびわれによる損傷度、および膨張量は温度、湿潤乾燥の繰返し、外部からの塩分の供給によって大きく異なる。

(2) 自然環境条件下に曝露されたコンクリート供試体では、まずひびわれが発生し、その後膨張が開始する。

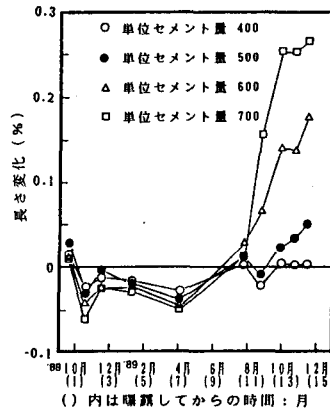


図-2 上面コーティングなし（屋上）

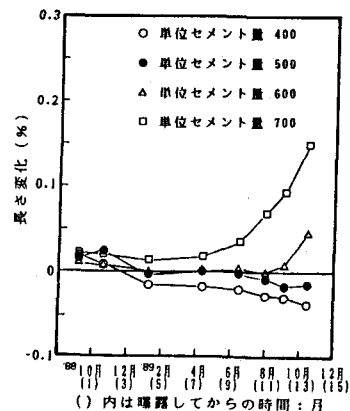


図-3 上面コーティングなし（海岸）

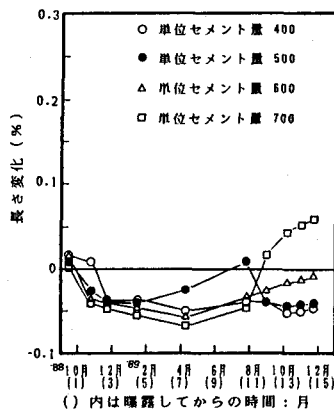


図-4 全面コーティング（屋上）

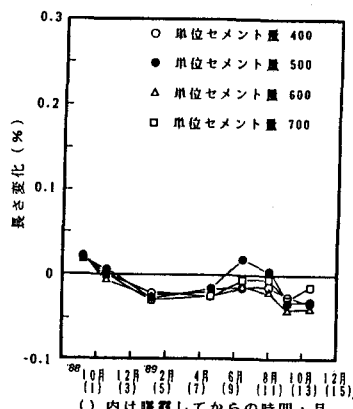


図-5 全面コーティング（海岸）