

アルカリシリカ反応を生じたコンクリートの弾塑性的性状 (I)

Elasto-plastic Behavior of Concrete affected by Alkali-Silica Reaction (I)

小林 一 輔*・森 弥 広*

Kazusuke KOBAYASHI and Yahiro MORI

1. は し が き

アルカリシリカ反応 (以後ASRと呼ぶ) によるコンクリートの膨張は、反応生成物であるアルカリシリカゲルの吸水膨張に起因すると言われており、これが局部的に拘束されると部材にひびわれや変形などの好ましくない劣化をひきおこすが、拘束条件いかんによっては内部に弾性エネルギーが蓄積されるために、鉄筋コンクリート構造物では一種のプレストレス効果により、構造物の崩壊を防止しているとの指摘もある。

ここで、問題となるのはASRの進行にともなうコンクリートの弾塑性的性状の変化であるが、この点に関する研究は非常に少ない。著者らはこれを明らかにする目的でASRにより膨張を生じたコンクリートの圧縮載荷試験を行い、若干の知見を得たものである。

2. 実 験 の 概 要

2-1 使用材料およびコンクリートの配合

セメントは、 Na_2O 等価アルカリ量 (R_2O) が0.57% ($\text{Na}_2\text{O}=0.24\%$, $\text{K}_2\text{O}=0.50\%$) の普通ポルトランドセメントを用いた。

反応性骨材としては、表-1 に示すような安山岩とチャートを用い、粗骨材の最大寸法を15mmとした。また細骨材は一定の粒度となるように、それぞれの粗骨材を

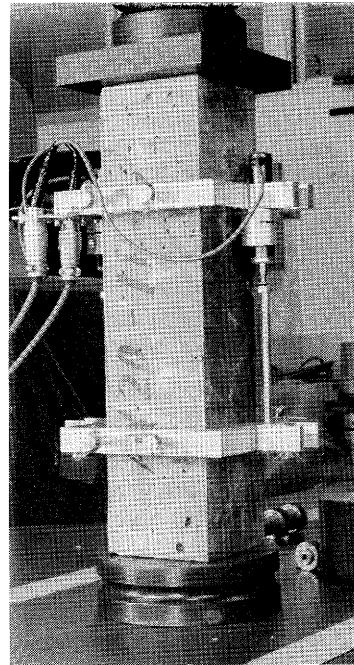


写真-1 載荷試験状況

表-1 反応性骨材の特徴

岩石名	産 地	地 質 年 代	ASTM C289 (mmol/l)			主 な 構 成 鉱 物	反 応 性 鉱 物
			Rc	Sc	判 定		
ガラス質 両輝石安山岩	山 形 県	第三紀	106	430	潜在的有害	斜長石・ガラス・普通 輝石頑火輝石	火山ガラス (40%)
チャート	岐 阜 県	古生代から中生代	63	303	有 害	石英・微小石英	微小石英 (93%)

*東京大学生産技術研究所 第5部

研究速報

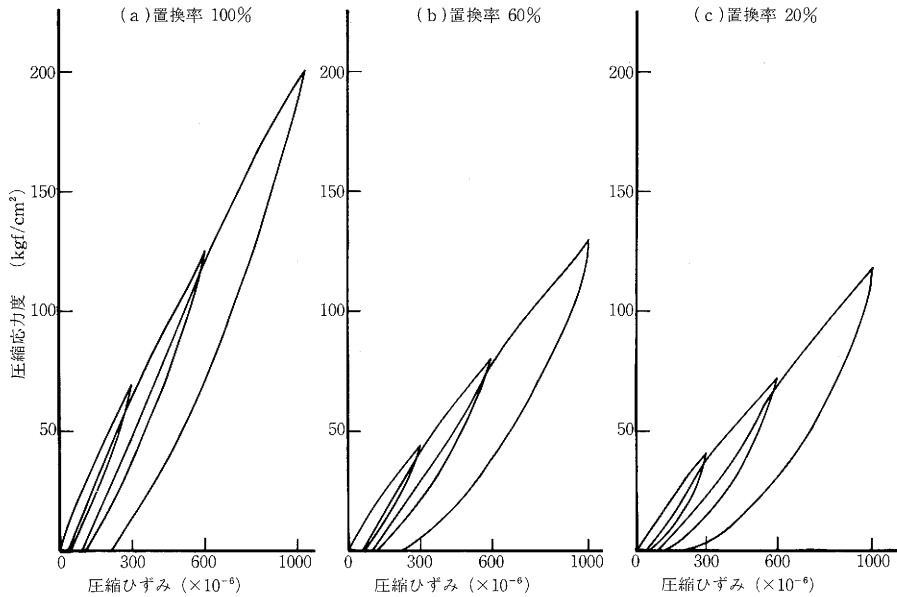


図-1 繰り返し載荷による圧縮応力ひずみ曲線——安山岩使用；膨張ひずみ量2,000×10⁻⁶——

粉碎したものを使用した。偏光顕微鏡によって調べた結果、安山岩中の火山ガラスの体積占有率は約40%，チャート中の微小石英の体積占有率は約93%であった。

非反応性骨材としては、細粗骨材ともに砂岩を用いた。

アルカリ強化剤としては、NaOHとKOH（試薬特級）をそれぞれ原セメント中に含まれるNaとKの比で混入し、R₂O=1.64%となるように調整した。骨材中に占める反応性骨材の割合は、20・60・100%とした。また、水セメント比と単位水量は、すべての配合を通じておのおの40%および226kg/m³とした。

2-2 供試体

供試体は、10×10×40cm角柱供試体を各配合について、3本ずつ作成した。これらには、長さ変化測定のために、両端面に長さ測定用プラグを埋め込んだ。

供試体は、打設後1日で脱型し材令1週において基準の測定を行ったのち、温度40°C・湿度100%の恒温恒湿試験槽内に入れて促進養生試験を開始した。

2-3 膨張量の測定と圧縮荷重試験

所定の材令で自由膨張量をコンパレーターで測定した。供試体は、測定1日まえに恒温恒湿槽から取り出し、湿布で被覆した状態で温度20°Cの室内に1日静置した後、測定を行った。

圧縮荷重試験はこの膨張測定に用いた3本の供試体の1本をそのまま用いて行った。圧縮荷重は膨張ひずみがそれぞれ0.1%、0.2%および0.3%に達したときに行い、荷重の方法はいずれの場合も圧縮ひずみが0.03%、

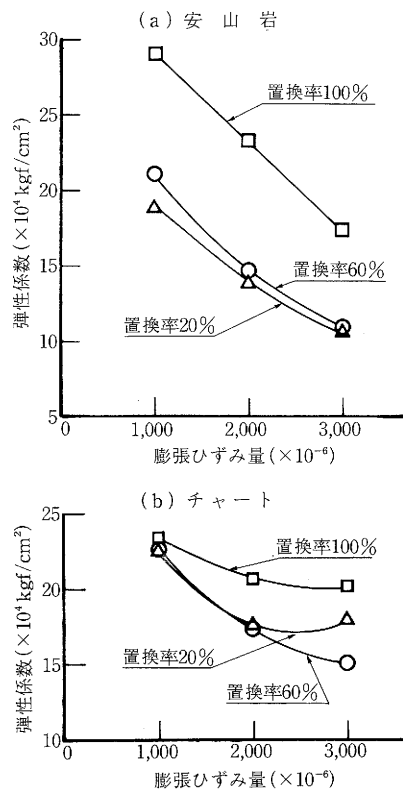


図-2 膨張ひずみ量と弾性係数に及ぼす反応性骨材置換率の影響

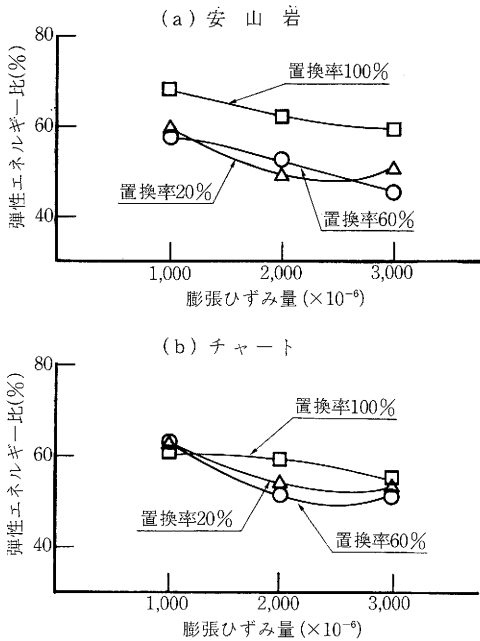


図-3 膨張ひずみ量と弾性エネルギー比との関係に及ぼす反応性骨材置換率の影響

0.06%および0.10%に達するごとに除荷して、再び載荷するくりかえし漸増載荷を行った。

写真-1は載荷試験の状況を示したものである。

3. 実験結果と考察

図-1はガラス質安山岩を使用し、膨張ひずみが0.2%に達した時点において圧縮載荷を行った結果を、それぞれ反応性骨材の置換率が20%、60%および100%の場合について示したものである。これらの関係は、いずれも膨張ひずみの約1/2の圧縮ひずみを加えた場合の弾塑性的性状を示したものであるが、挙動は同一膨張ひずみ時においても反応性骨材の置換率によって著しく相違することがわかる。

すなわち、反応性骨材の置換率が100%の場合に最も高弾性で、しかも大きい弾性エネルギーを示しているが、このことをより明確に示したものが図-2および図-3である。

図-2における弾性係数は図-4に示すように、くり返し載荷試験の包絡線における圧縮ひずみが0.1%の場合の圧縮応力度の1/3に相当する応力度を表すB点と原点とを結ぶ直線の傾きで求めたものであり、図-3における弾性エネルギー比は同じく図-4に示すように繰り返し

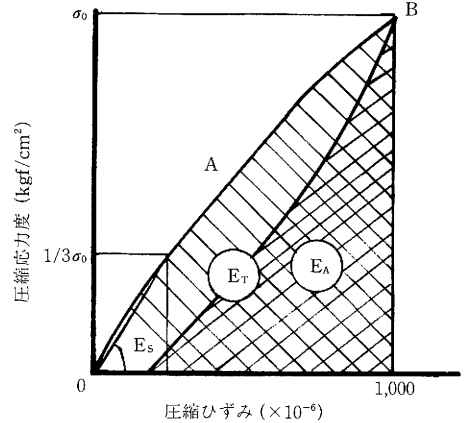


図-4 弾性係数および弾性エネルギーの定義

載荷曲線の包絡線(OAB)の下の面積 E_T と除荷曲線の下の面積 E_A との比 E_A/E_T で定義される。

まず、図-2(a)の安山岩骨材の場合をみると、図-1に示した傾向、すなわち、同一の膨張ひずみを生じた時点で載荷しても弾性係数の値は反応性骨材の置換率によって異なり、とくに置換率が100%の場合の弾性係数が相対的に大きくなっていることがわかる。一般にコンクリートのアルカリ量に対する反応性骨材の量の比率が小さい場合には高アルカリ型で低弾性のゲルが生成し、反応性骨材の比率が大きくなると高カルシウム型の高弾性のゲルが生成すると言われているが、図-2(a)の結果はこれを裏付けており、さらに図-2(b)のチャートの場合も同様な傾向が示されている。

一方、図-3は、ASRに起因する膨張が拘束されることによって蓄積される弾性エネルギーの大きさが膨張量、反応性骨材の置換率膨張の過程などによってどのように変化するかを示したものである。

この図から、蓄積される弾性エネルギーは図-2の場合と同様に反応性骨材の置換率が100%の場合に大きくなる傾向が認められる。しかし、この傾向は安山岩の場合に顕著であるが、チャートの場合にはそれほど明確ではない。このような、反応性骨材の相違によって異なった挙動を示す原因については今後の課題にしたい。

4. あとがき

反応性骨材の置換率と生成されるゲルの組成に関しては、続報においてこれを明らかにする予定である。

(1989年3月29日受理)