

アルカリシリカ反応によって劣化したコンクリートの 非破壊方法による弾性係数測定に関する一考察 (I)

Non-Destructive Testing of Young's Modulus 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

アルカリ骨材反応を生じたコンクリート構造物の劣化度調査においては、しばしば超音波伝播速度やコアの動弾性係数の測定などが行われる。しかし、これらの振動・波動などによる音響学的方法による測定には限度があり、特にアルカリシリカ反応を生じたコンクリートに適用することは困難であることを指摘したものである。本報告は第一報としてアルカリシリカ反応によって膨張を生じたり、表面にゲルの浸出などがみられるコンクリート供試体の動弾性係数測定結果について考察を行い、この種のコンクリートの弾性係数測定方法についての問題点を指摘したものである。

2. 実 験 方 法

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

セメントは、Na₂O等価アルカリ量 (R₂O) が0.57% (Na₂O=0.24%, K₂O=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粉碎したものを使用した。非反応性骨材としては、細粗骨材とも砂岩を用いた。

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量=1.46%となるように調整した。骨材中の反応性骨材の割合 (置換率) 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本ずつ作製した。これらには、長さ変化測定のために、両端面に長さ変化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後、温度40°C湿度100%の恒温恒湿槽内に保存して促進養生試験を開始した。

2.3 測定

所定の材令で、コンパレータによる自由膨張量と共鳴振動法による動弾性係数の測定を行った。また3本の供試体の内1本については、膨張ひずみ量がそれぞれ0.1%、0.2%および0.3%に達した時点で、圧縮荷重による静弾性係数の測定を行った。荷重の方法は、いずれの場合も圧縮ひずみが0.03%、0.06%、および0.10%に達するごとに除荷し再び荷重をする、繰り返し漸増荷重を行った。

3. 実験結果と考察

図-1 は、それぞれ静弾性係数とこれに対応する動弾性

表-1 反応性骨材の特徴

岩 石 名	産 地	地 質 年 代	ASTEM 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

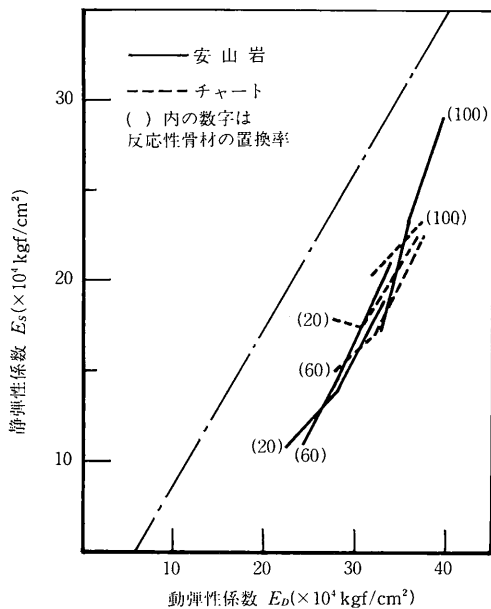


図-1 動弾性係数と静弾性係数の関係

係数の実測値をプロットしたものである。一般にコンクリートの動弾性係数の値は静弾性係数の値よりも15%程度大きくなると言われており、図中の一点鎖線はこの関係が弾性係数の高低にかかわらず、一律に成立すると仮定して描いたものである。しかし、この図は、実測値が上記の関係から遠く外れており、静弾性係数が $30 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ の場合には約30%増、 $20 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ の場合には約70%増、 $10 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ の場合には約120%増となり、アルカリシリカ反応によって劣化したコンクリートは健全なコンクリートに比べて静弾性係数と動弾性係数の差が大きく、この傾向は弾性係数の値が小さくなるほど顕著になることを示している。さらに、この図から、このような関係が反応性骨材の膨張に関するベシマム条件とは無関係に成立することがわかる。このように、アルカリシリカ反応を生じているコンクリートにおいて、静弾性係数と動弾性係数の間に大きい差を生ずる理由に

については以下のように考えられる。すなわち、コンクリートは粘弾性体であるので、荷重速度の大きい場合には粘性の影響は見かけ上小さく現れる。動弾性係数の測定原理はコンクリート供試体に縦振動またはたわみ振動を与えて、その固有振動数を測定し、次の関係を利用して弾性係数を求めるものである。

$$V = 2fL = \sqrt{\frac{E_D}{\rho}}$$

ここに、 V ：弾性波速度

f ：共鳴周波数

L ：供試体の長さ

E_D ：動弾性係数

ρ ：密度

この方法は静的荷荷に比べて荷重速度は著しく大きい場合に相当する。

一方、アルカリシリカ反応を生じているコンクリートは健全なコンクリートに比べて組織中に占める非晶質部分が多くなるので、荷重速度の小さい場合には、健全なコンクリートに比べてより粘性的に挙動するはずであり、この特性は静的荷荷によって求めた荷重-変形関係¹⁾に如実に現れている。したがって、アルカリシリカ反応を生じているコンクリートにおいては動弾性係数は見かけ上、著しく大きくなることになる。この傾向は反応の進行にともない、組織中における非晶質部分の比率が大きくなる低弾性係数の場合に著しくなるはずであり、図-1の結果はこの観点から説明することができる。

4. 結 び

アルカリシリカ反応によって劣化したコンクリート供試体の動弾性係数測定値は工学的には意味のないものであることを指摘した。なお、引き続き超音波伝播速度の測定値に関する知見を示す予定である。

(1989年7月17日受理)

参 考 文 献

- 1) 小林・森：生産研究，Vol. 41，No. 6，1989.6