

V-11 河川骨材のアルカリ反応性について

専修大学北海道短期大学	正会員	常 松	哲
労働 北日本ソイル研究所		森	武
	正会員	浦 波	幸 雄
	正会員	松 本	勲
		常 松	久 栄

1. ま え が き

1983年の春以来、アルカリ骨材反応によるコンクリートの劣化が問題となり、コンクリート用材料の品質が様々な方面から問題視されている。当初、アルカリ反応性を有する骨材として安山岩が注目を浴び、劣化の主要原因として取り上げられた。しかし、調査・研究が進むにつれ骨材ばかりでなくセメント中のアルカリ量 (K_2O と Na_2O) が関与していることが広く認識されると共に¹⁾、ある種の混和剤もアルカリ反応性を助長させる原因の一つであることが解明されつつある²⁾。

アルカリ骨材反応は①アルカリ・シリカ反応、②アルカリ・炭酸塩岩反応、③アルカリ・シリケート反応の三つに分類されることは周知の通りであり、これらの反応は反応物質を含有する岩石によって異なり、わが国におけるアルカリ骨材反応の被害は主に①によるものとされている。その反応物質を含有する可能性のある岩石としては、流紋岩およびその凝灰岩、安山岩およびその凝灰岩、頁岩、砂岩、チャート、レータイト、玄武岩ならびにガラスの石基をもつ全ての岩石が挙げられる。また石英が関係する反応性岩石には珪岩、泥質岩、シルト岩、グレイワケ、砂岩、スレート、千枚岩、花崗岩がある³⁾。

このように反応物質を含有する岩石は多種類にわたり、反応性を有すると思われる岩石でも反応物質を含むものもあれば、全く含まれないものもある。また、反応物質の含有量が非常に少ないためにアルカリとの間に反応が生じないこともある⁴⁾。

一方、河川骨材は碎石と異なり、多種多様な岩石が混合し合って一つの集合体(砂・砂利)とし利用されているので、当然、反応物質を含む可能性のある岩石が複数で含有されているものと考えられる。本報告では道内の主要地で採取した河川骨材の構成岩石を識別すると共に、1986年10月に施行されたJIS A 5308に従って化学法によるアルカリ度低減試験を行い、河川骨材の反応性を把握する一方、化学法の結果に基づいて、一部の骨材についてはモルタルバー法による膨張量の測定を試みた。

2. 供試骨材の構成岩石

供試骨材は細骨材(砂)43点、粗骨材(砂利)31点の合計74点である。構成岩石の識別は試料を白地の平板上に広げ、肉眼で識別できる範囲で詳細に観察し、火成岩・堆積岩・変成岩および造岩鉱物に大別したのち、岩石の分類を行った。分類結果を表1に示す。表中の○印は細骨材、●印は粗骨材を示している。

各細粗骨材とも4~10種類ほどの岩石から構成され、識別した骨材の岩種別総数は細骨材で26種、粗骨材で27種に及んでいる。次に表1に基づいて細骨材および粗骨材の全総数に対する岩種別の占める割合(岩石含有率)を求めるとそれぞれ図1と図2のようになる。

細骨材では頁岩・砂岩がともに約95%でほとんどの骨材に含有され、次いで、結晶片岩(約70%)、石英(約65%)、方解石(約54%)、粘板岩(約50%)チャート(約47%)、玄武岩(約42%)、安山岩(約38%)などとなっている。一方、粗骨材は頁岩が全ての骨材に、砂岩は約97%の骨材に含有し、細骨材と同様に大部分の骨材に含まれている。次に岩石含有率の高い岩石は結晶片岩(約84%)、粘板岩(約46%)、玄武岩(約45%)、集塊岩(約35%)、輝緑岩(約32%)、角礫岩・凝灰岩・片麻岩(各々約29%)、安山岩(約26%)となっている。

表1 骨材の構成岩石の分類

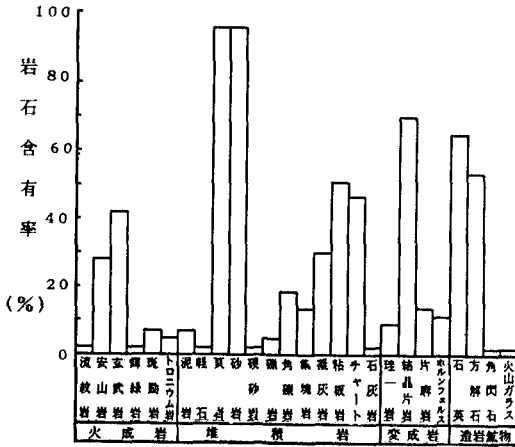
[illegible]

図1 細骨材の岩石含有率

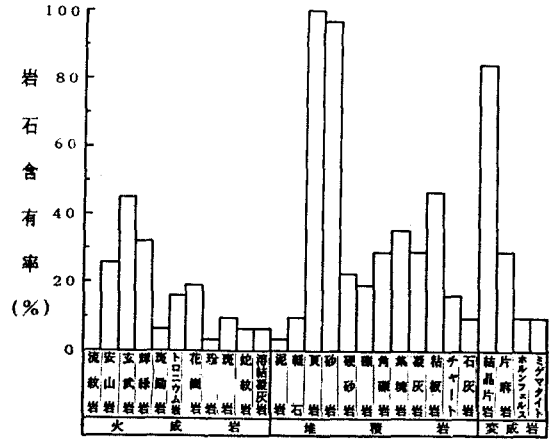


図2 粗骨材の岩石含有率

以上のように、細粗骨材とも頁岩・砂岩がほとんどの骨材に含まれているが、粗骨材は細骨材に比べ火成岩と変成岩の岩種が比較的多く含まれているのに対し、造岩鉱物が全く含まれていない。またチャートの含有率は細骨材が極めて高いのに比べ粗骨材は細骨材の約半であった。

通常、アルカリ骨材反応を起こす可能性のある岩種の頻度として安山岩・チャート・砂岩・ホルンフェルス・花崗岩・流紋岩などの順とされ⁵⁾、河川骨材には碎石に比べて反応性を起こす可能性のある岩種が多数含まれていることになる。

3. アルカリ・シリカ反応試験結果

岩石の識別を行った細骨材43点、粗骨材31点について、1986年10月に制定されたJIS A 5308に従ってアルカリ度低減試験（化学法）を行った。

細骨材および粗骨材の有害度の判定区分図を図3と図4にそれぞれ示す。

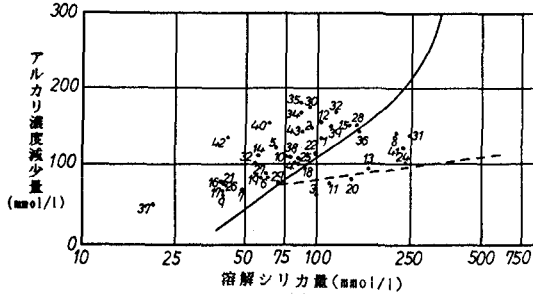


図3 細骨材の判定区分図

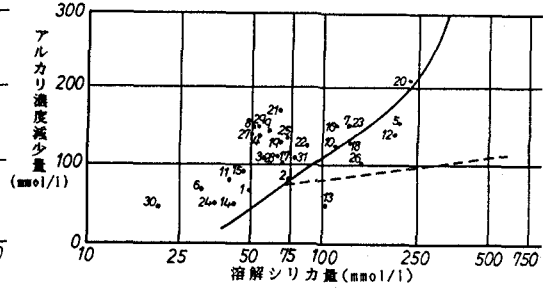


図4 粗骨材の判定区分図

図中の番号は表1の試料番号を示している。図3から細骨材の約79%は無害域に存在し、潜在的有害が約14%、有害が約7%と判定された。また、図4の粗骨材では約84%が無害域に存在し、潜在的有害は約13%、有害が約3%と判定された。細粗骨材の無害域に存在するシリカ溶出量 (Sc) およびアルカリ濃度減少量 (Re) の値の大部分は、 $Sc=30\sim150$ mmol/l, $Re<180$ mmol/l である。一方、潜在的有害あるいは有害域の細粗骨材はシリカ溶出量 (Sc) が比較的大きく、しかもそのほとんどは $Sc/Re>1$ 以上となっている。以上の通り細骨材および粗骨材のアルカリ度低減試験結果を得たが、各細粗骨材とも4~10種類の岩石から構成され、その構成岩石中には砂岩・チャート・安山岩などのアルカリ骨材反応を起こす頻度の高い岩種が含まれているものの反応性が比較的小さかったといえる。これは、アルカリ骨材反応を起こす頻度の高い岩種であっても反応が生じない不活性の岩石であったり、あるいは反応物質の含有量が少ない岩石が多いためと思われる。また、潜在的有害または有害域に存在する骨材と

無害域に存在する骨材が含有する岩種との間には明瞭な相関性が認められないことから多種多様な岩石から構成される河川骨材では、どの岩種がどの程度アルカリとの反応に参与しているかを定めることは極めて困難である。

次に、化学法より求めた潜在的有害および有害と判定された骨材の一部を用いてモルタルバー法による膨張量試験を行った結果を図5に示す。

試料は細骨材2点（試料No.13とNo.20）と粗骨材1点（試料No.13）である。

細骨材は化学法で潜在的有害および有害と判定されていたが、膨張量は全て0.1%未満であった。また粗骨材は化学法で有害の骨材であったが、これも膨張量が0.1%未満となり無害と判定される。

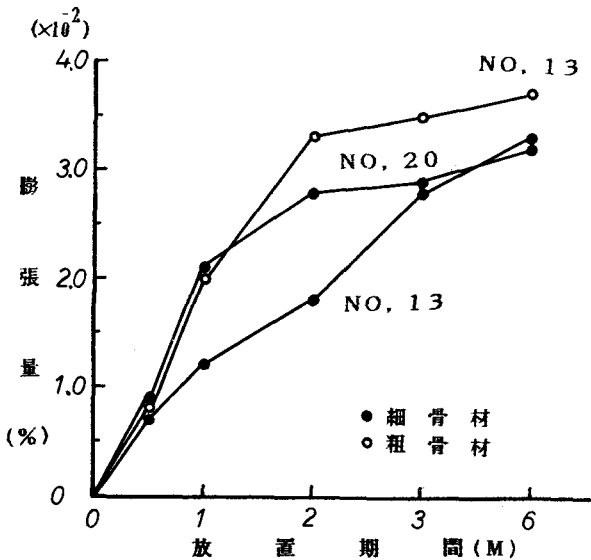


図5 モルタルバー膨張量

モルタルバーの膨張量は等価 Na_2O 量によって異なるが⁶⁾、モルタルバー法で有害となる骨材は溶解シリカ量(Sc)が比較的大きく、 Sc が 100mmol/l 以下の骨材はモルタルバー法でも無害の判定となる場合が多いとされていることから⁷⁾、河川骨材は Sc が比較的低い値を示している場合が多いので、モルタルバーの膨張量は小さい傾向にあるものと思われる。

4. あ と が き

河川骨材は河川における砂礫の流下・運搬作用により上流では岩石、下流では砂礫が多く堆積し、長期間を経て礫が下部に、砂が上部に堆積する。河川全体では砂が下流に多く、礫は上流に多い。海岸段丘および河口付近では多種の岩石から成る砂礫が堆積していると同時に海水の影響を受けている可能性がある。また山地では火成岩をはじめ変成岩が多いが、風化によって山地を形成する岩石が削割され、堆積するので岩種が多く、これらの岩石が河川により運搬される。従って、骨材採取の対象となる河川の下流に広がる低地には多くの岩種からなる砂利・砂が厚く堆積しているものと思われる。これらの岩種の中には反応物質が含有されている可能性の高い岩石が相当含まれているが、アルカリ量との間の反応が小さい不活性のものが多くと思われる。尚、今回は道内の限られた地域での河川骨材について実施したが、今後さらに調査範囲を広げていく予定である。

謝辞: 化学分析にあたり、開発局土木試験所応用理化学研究室主任研究員 玉川 尊 氏にご指導いただいたことを付記し、感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 例えば 洪悦郎他(1984)、札幌近郊の安山岩砕石のアルカリ・シリカ反応の可能性について、第6回コンクリート工学年次講演会論文集、P. 249~252
- 2) 例えば 中野錦一(1987)、骨材のアルカリ反応性とその新判定方法、骨材資源、№73 P.1~9
- 3) 例えば 川村清紀・榎場重正(1984)、アルカリ・シリカ反応とその防止対策、土木学会論文集、第 348号/V-1、P.13~26
- 4) 例えば 川村清紀・榎場重正(1984)、アルカリ・シリカ反応のメカニズム、コンクリート工学、Vol.22、№2、P.6~15
- 5) 例えば 日本コンクリート工学協会(1987)、コンクリート技術者のための偏光顕微鏡による骨材の品質判定の手引、P.1~12
- 6) 例えば 二村誠二・福島正人(1984)、コンクリート用砕石のアルカリ・シリカ反応による膨張、第6回コンクリート工学年次講演会論文集、P. 245~248
- 7) 例えば 岡田清他(1985)、化学法とモルタルバー法に関する一考察、第7回コンクリート工学年次講演会論文集、P. 157~160