

V-261 粘土鉱物を含んだ骨材を用いたダムコンクリートに関する基礎的考察

ポゾリス物産株式会社 正員 菊地正敏

1. はじめに

近年、天然骨材資源の枯渇により、ダム用コンクリート骨材の多くは原石山より原石を採集、圧碎して砕石骨材を製造するケースが非常に多くなった。また、原石の岩質も従来に比べて問題点のある岩質もあり、岩質の成分についても化学的に不安定な例も多く、施工性、耐久性に及ぼす影響もあるので、事前に岩石の物理試験、化学分析、また水質の化学分析等の調査試験を行って置く必要がある。本文は粘土鉱物を含んだ骨材(以下モンモリロナイトと記す)の、特にダムコンクリートの異状な早硬性について述べるものである。

2. モンモリロナイトについて

モンモリロナイトのような膨潤性粘土鉱物がコンクリート用骨材中に存在すると、乾湿の繰り返しにより粘土鉱物が膨張、収縮するのでコンクリートに体積変化を起させる原因になる。モンモリロナイトは、熱性変質作用、海底風化作用、陸上風化作用を受けた安山岩、玄武岩、流紋岩等(以上火山岩質岩石)、粘板岩、けつ岩、凝灰岩等(堆積岩質)に存在し、地中の熱水溶液や地表からの浸透水により岩石の鉱物が化学的に風化して、岩石の質的变化により生じた有害鉱物は、何れも比較的若い年代に熱水又は、気成本質作用によるものが多い。モンモリロナイトは結晶構造をなし、層間にNa、K、Ca等の交換性イオンの組成を有し、白色粉状は、乾湿の変化により、即ち水を吸収して体積膨張を起し、乾燥すれば脱水して収縮する。ダムコンクリートにおけるこのような状態が繰り返される場合には、吸水した水の凍結融解作用により耐久性に影響を及ぼすことが考えられる。また、丸粒はモンモリロナイトを30%前後含む安山岩を骨材とした場合、コンクリートの引張試験でモルタルと一緒に粗骨材が割れ、モンモリロナイトが23%の玄武岩を骨材としたコンクリートの野外暴露試験では凍結融解の繰り返しされる春先の2ヶ月間でコンクリートの表面部に顕著なスケールリングが観察されたと記述されている。また市川²は岩石の骨格が強固で全体の1/6以下のモンモリロナイト含有量であれば使用していると記述されており、特にモンモリロナイトは吸着性も高いので、細骨材中に多く含まれるときにはコンクリートが異状に早く凝固したり、添加材を吸着したり、材令と共に膨張したりすることが報告されている。ダムコンクリートについて近年コンクリートの異状に早く凝固する現象が発生しているとのことで、その要因は骨材で、粘土鉱物を含んだ骨材、即ちモンモリロナイトが起因していることが考えられる。

3. モンモリロナイトを含んだ骨材を用いたダムコンクリートについて

近年、ダムサイトの近くの良質な骨材資源の確保が非常に困難になっており、何れにしても問題点のある骨材を用いざるを得ない状況下に置かれている。そこで標題に記したモンモリロナイトを含んだ骨材が比較的多くダムコンクリートに用いざるを得ない状況にある。本項ではモンモリロナイトを含んだ骨材がいかにコンクリートの施工性に及ぼす影響を述べるものである。ダムコンクリートの打設時にコンクリートが異状に早く凝固する現象が発生している。ダムコンクリートは周知の通り、粗骨材の最大寸法も大きく、スランブも3~5cmの硬練りコンクリートのため、早期凝固はコンクリートの振動締め固めが非常に困難となり作業性に及ぼす影響、即ちダムコンクリートの施工が不可能になる重大な問題となる。ダム現場ではコンクリートの早期凝固についての原因はセメントの異状凝結とか、混和剤とセメントの相性の問題とか、骨材に有害物質の含有による化学反応性と言われていた。対策としては骨材の洗浄、混和剤の割増し使用で対処していたが、上記については単純な対処方法でしかなかった。主な原因としては

(1) ダムコンクリートの温度規制

土木学会コンクリート標準示方書では、コンクリートの温度を 25°C で規制している。寒冷地では特に夏期コンクリートの温度も余り上昇しないとのことで、温度規制を十分に行っていない事例もあり、コンクリート温度が 25°C 以上の場合にモンモリロナイトを含んだ骨材を用いたコンクリートの早期凝固が発生しており、特に好天候の日にはAm10時~Pm7時頃の間が高温時となり、上記現象が発生している。更に詳細に述べると粘土鉱物の吸水性が大となり、コンクリート中の水分を吸水するからである。故にコンクリートの温度を 25°C 以下に低下させ温度規制を行なうことによりイオン吸着も抑制することも可能となり、早期凝固の防止を可能とすることが出来る。対策としてはコンクリートの混練水を冷やすか、ブレーキングを行う方法、更に混和剤の割増し使用を併用することも一策である。

(2) ダムコンクリートの混練水(水質)について

一般にダムコンクリートに用いられ混練水は河水水が多用されているが、水には種々のイオンや物質が溶存している。小林³⁾は水にかんし昭和17年頃から34年頃にかけて国内の河水水の分析を行った。天然の水と言っても決して純粋な H_2O ではない。目に見える混濁物としても多くの物理的な異物を含んでおり、また目に見えない透明な状態としても、更に種々な化学的成分を溶かし込んでいる。従って個々の河水の水質は受入れの岩石や土壌の種類により特徴づけられ気象、地形、温泉等種々な条件により場所や時間によって大きな変化を受けるものである。特に河水の水質中 CaCO_3 、懸濁物が多く分析の結果検出される場合にはモンモリロナイトとの反応性が大となる。 CaCO_3 の水と岩石との関係について、造岩鉱物には水と可溶なものと同様のものがあるが CO_2 を含む水に対しては可溶となるものが多い。故に CO_2 を含む水との反応は大となり、ダムコンクリートの場合に異常な早期凝固の現象となる原因とも言える。西村⁴⁾は水と岩石との関係について CO_2 を含む水にする岩石の風化により、 CO_2 を含む水と鉱物の反応式を示した。風化によりアリカリ土類金属イオン他が生成、これ等の多い水は岩石の風化の産物と言える。沈折物は粘土鉱物や方解石等で河水水は懸濁状態となる。河水の水質の懸濁物は粘土鉱物と考えて良い。懸濁物が多いと言うことは骨材に含まれる粘土鉱物+水質の懸濁物に含まれる粘土鉱物でモンモリロナイトの増量と言える。それに CaCO_3 が反応、更にコンクリートの温度が高くなるに関連して異常な早期凝固となると考察される。

5. おわりに

モンモリロナイトを含んだ骨材を用いてだコンクリートを施工するに当たり、以上記述したコンクリートの諸問題点に十分対応出来るように調査、試験の段階で重要検討課題として配慮すべきである。故に調査、試験のを行う際には、(1)原石山の調査(2)骨材の物理試験：原石山の調査の段階で鉱物学上問題があると判明された場合には、出来る限り数多くの箇所骨材を用いて試験を行うべきである。(3)(2)に問題点がある場合には化学分析、X線解析試験を行い情報資料とすべきである。(4)混練水の化学分析試験、(5)コンクリートの試験：コンクリートの温度別(高温)試験によるブロッカーの貫入抵抗試験、(6)その他、以上の試験を行うことによりある程度問題点が解明出来ると考えられ、また、ダムコンクリートの早期凝固に対しては従来は混和剤の割増し使用でコンクリート凝結遅延を行っていたが、上記試験により予め解明した上で対処することにより、ダムコンクリート打設時に対応策が速やかに行われ、作業時の混乱を少なくすることが可能と考えられる。

参考文献

- | | | | |
|----|----------------------------------|------|-----------|
| *1 | セメントコンクリート「鉱物学的立場からみた骨材の品質」 | 丸 章夫 | Sept 1981 |
| *2 | ダム技術 Vol 5-3「ダムの原石山の選定について」 | 市川 慧 | 1982 |
| *3 | 岩波新書 「水の健康診断」 | 小林 純 | 1982 |
| *4 | 資源・素材関係学会協会合同秋季大会 「水質から得られる地質情報」 | 西村茂樹 | 1987 |