

スメクタイト系混合層鉱物のコンクリートへの影響と検出方法

鹿島建設(株) 正会員 ○大井 篤 奈須野恭伸 神戸隆幸 寺内健二 藤田祐作 室野井敏之
国土交通省 東北地方整備局 田川和義 黒沼俊一

1. はじめに

スメクタイト（モンモリナイト族含水鉱物）を含む骨材を使用したコンクリートは、過早凝結を発生させることがある¹⁾。スメクタイトはX線分析によって容易に検出できるが、その中間性鉱物であるスメクタイト系混合層鉱物（スメクタイトと緑泥石、イライト等が混合した中間性粘土鉱物）の検出は容易ではなく、コンクリートへの影響も解明されていない。本報告では、コンクリート打設時に過早凝結が発生した事例について、その原因が骨材に含まれるスメクタイト系混合層鉱物であると特定した検出方法について報告する。

2. コンクリートの凝結特性

本報告で使用した骨材は、原石山から採取した変質輝石安山岩（以下、原石山骨材）と購入した石英斑岩（以下、購入骨材）である。以下に凝結特性の概要を示す。

(1) コンクリートの締固め状況

原石山骨材を使用したコンクリートは、打込みから1時間程度でバイバックの締固め跡が消えないなど、過早凝結の現象を確認した(写真-1)。コンクリートの打重ね時間が施工上1時間以上となるため、コールドジョイントや締固め不足などの不具合が生じる可能性があった。

(2) フレッシュ性状試験

購入骨材を使用したスランプ3cmのコンクリートは3時間程度スランプ1cm以上を維持した。一方で、原石山骨材を使用したスランプ3cmのコンクリートは1時間後にスランプが急低下した(図-1)。このように、骨材の違いによってコンクリートのスランプロスの傾向が大きく異なることから、その原因は、原石山骨材に有害鉱物が含まれている可能性が高いと考えられた。

3. X線分析結果（一般的な処理）

コンクリートに有害な鉱物の有無を確認するために、原石山骨材と購入骨材（いずれも粗骨材）を対象としたX線分析を行なった。非定方位分析によりコンクリートに有害な濁沸石等を含まないことを確認した後に、粘土鉱物の定性分析として一般的な分析方法である水簸処理とエチレングリコール処理(以下、EG処理)による定方位分析を実施した。その結果、両試料ともに、14Åと7Åに明確なピークが出現し、緑泥石を含むことが判明した。しかし、水簸処理による14ÅのピークがEG処理によって17Åのピークに移動する現象は確認できなかったことから、スメクタイトは含まないと判断した(図-2、図-3)。



写真-1 コンクリートの締固め状況
(打込みから1時間後)

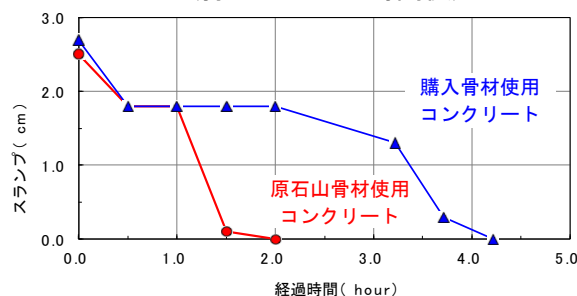


図-1 スランプの経時変化

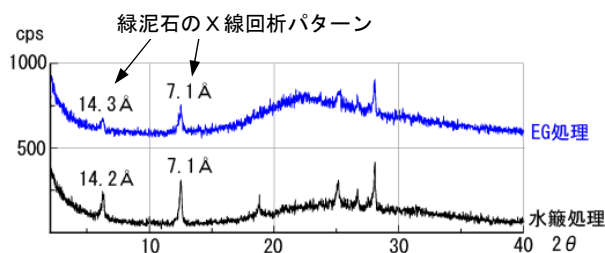


図-2 購入骨材のX線回析パターン

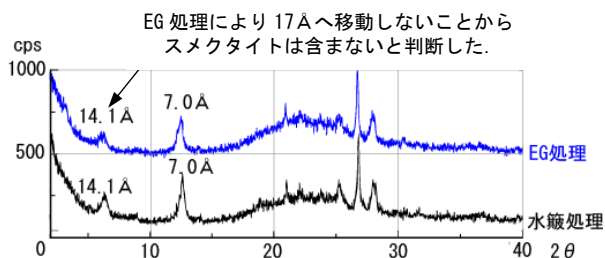


図-3 原石山骨材のX線回析パターン

キーワード：スメクタイト系混合層鉱物，コンクリート，X線分析，加熱処理，過早凝結，品質管理
連絡先 〒980-0802 宮城県仙台市青葉区二日町1-27 鹿島建設(株)東北支店 TEL 022-261-7111

4. X線分析結果（加熱処理を追加した処理）

次に、有害鉱物が濃集しやすいと考えられる原石山細骨材をX線分析したところ、水簸処理の14ÅのピークがEG処理によって16Å（スメクタイトの17Åより小さい）へ移動する回析パターンが現れた（図-4）。さらに詳細な粘土鉱物の同定が可能な加熱処理²⁾を追加してX線分析を行った結果、原石山の細骨材（図-4）と粗骨材（図-5）ともに水簸処理の14Åのピークが加熱処理によって10Åに移動する回析パターンを確認した。これらは、イライト/スメクタイト混合層鉱物の特徴的回析パターンであり、加熱処理を追加することによって確認できたものである。なお、購入骨材では、加熱処理による10Åに移動する回析パターンは出現していない（図-6）。

5. スメクタイト系粘土鉱物の工学的特徴

一般に、スメクタイトを含む骨材はコンクリートの過早凝結を発生させると言われているが、他のスメクタイト系混合層鉱物も同様の性質を有していると予想される。スメクタイト系混合層鉱物は「グリーンタフ地域」に広く分布するとされる²⁾が、一般的なX線分析では検出が困難であることや、超遅延剤の使用によって過早凝結が緩和できる³⁾ことによって、その存在を知らないままに使用されてきた事例も多いと推定される。「グリーンタフ地域」の骨材について、有害鉱物の有無を確認する際には、図-7に示すフローによって加熱処理を含めたX線分析にて、鉱物組合せを同定することが可能と考える。

6. おわりに

スメクタイト系粘土鉱物は、検出が難しい粘土鉱物であることから、その工学的性質や検出方法が明らかとなっていなかった。土木工事については、今後ますます良質な骨材を得ることが難しくなることが予想されるため、スメクタイト系混合層鉱物の重要性を喚起し、コンクリートの品質向上に寄与できれば幸いである

参考文献

- 1) 脇坂ら：モンモリロナイト族鉱物含有骨材を使用したコンクリートの凝結特性，応用地質 34 巻 5号，pp. 1-14, 1993.
- 2) 須藤俊男：粘土鉱物学，岩波書店 pp. 382, pp. 409, 1974
- 3) 永山ら：モンモリロナイトがコンクリートの凝結速度に及ぼす影響と超遅延剤の効果，土木技術資料 36巻，10号，1993.

EG処理によって13.9Åから16Åへのピークの移動が認められることから緑泥石のほかに膨張性を示す粘土鉱物が存在することが予想される

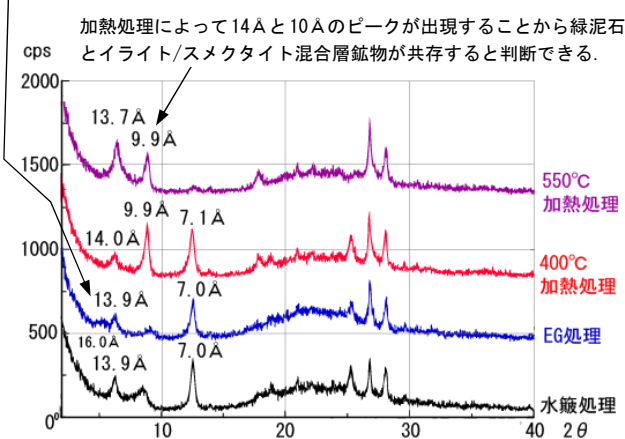


図-4 加熱処理を加えた原石山細骨材のX線回析パターン

加熱処理によって14Åと10Åのピークが出現することから緑泥石とイライト/スメクタイト混合層鉱物が共存すると判断できる。

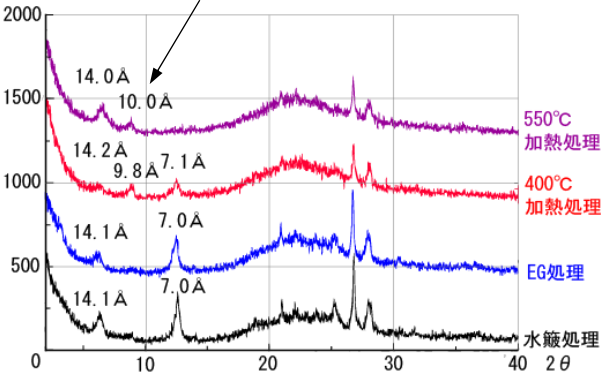


図-5 加熱処理を加えた原石山粗骨材のX線回析パターン

加熱処理によって10Åのピークが出現しないことから、緑泥石のみを含むと判断できる。

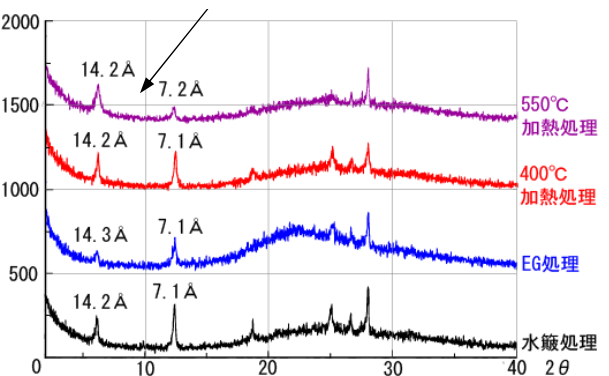


図-6 加熱処理を加えた購入骨材のX線回析パターン

鉱物組合せ	水簸処理	EG処理	550°C加熱処理
緑泥石	14~15Å	14~15Å	14~15Å
スメクタイト	14~15Å	17Å	10Å
緑泥石+スメクタイト	14~15Å	14~15Å 17Å	14~15Å 10Å
スメクタイト系混合層鉱物	14~15Å	15~17Å	10~12Å
緑泥石+スメクタイト系混合層鉱物	14~15Å	14~15Å 15~17Å	14~15Å 10~12Å

図-7 スメクタイト系混合層鉱物のX線回析パターンによる同定フロー