

クリンカー粗粒の添加がコンクリートの中性化に及ぼす影響

東京理科大学	正会員	辻	正哲
(財)鉄道総合技術研究所	正会員	来海	豊
東京理科大学	学生会員	○山田	保
東京理科大学	学生会員	澤本	武博

1. はじめに

コンクリート構造物の劣化要因のひとつに中性化が挙げられる。近年、この中性化が設計段階での想定した値よりも速く進行しているのではないかといった懸念もされている。これには、骨材粒形の悪化やポンパビリティーの確保といった面からの単位水量の増加や、締固めの合理化などといった施工方法の変化などの要因が考えられる。現在、中性化を抑制する方法には、仕上材で硬化したコンクリート表面を保護する方法や、緻密なコンクリートを製造する方法がある。一方では、粉末度が小さくかつ水和反応が長期にわたり継続するようなセメントを用いた過去の構造物の中には、中性化の進行が著しく遅いものがある。

本研究では、コンクリートそのものの中性化に対する耐久性を高めることを目的とし、比較的長期にわたり水酸基を供給し続けると考えられるクリンカー粗粒を今回新しくコンクリート用混和材として用いた。そして、クリンカー粗粒の粒径および添加量がコンクリートの中性化に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

使用材料は、普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm^3)、鬼怒川産川砂(密度 2.59g/cm^3 、吸水率 2.50%、粗粒率 2.56)および山梨産砕石(密度 2.69g/cm^3 、吸水率 0.82%、粗粒率 6.34)であり、混和剤には AE 剤を用いた。今回新しく混和材として用いたクリンカー粗粒は、普通ポルトランドセメント用クリンカーをジョークラッシャおよび自動乳鉢で破碎・粉碎した後、網ふるいでふるい分けることにより粒度調整を行ったものである。そして、呼び寸法 0.3mm のふるいを通過し 0.075mm のふるいに残留したものをクリンカー A、2.5mm のふるいを通過し 1.2mm のふるいに残留したものをクリンカー B、また 10mm のふるいを通過し 5mm のふるいに残留したものをクリンカー C として用いた。今回の実験では、骨材程度の粒径のクリンカー粗粒を用いたため、結合材としてセメントと置換するのではなく、クリンカー A およびクリンカー B は細骨材と、またクリンカー C は粗骨材と置換する方法とした。コンクリートの配合は、水セメント比を 65%、空気量を $4.5 \pm 0.5\%$ と一定にし、クリンカー粗粒の添加量をセメント質量に対して、0%、5%、15% および 30% の 4 段階に変化させて求めた。そして、28 日間の 40℃ 温水養生の後、中性化促進試験を行った。

供試体には、JIS A 1132 に準じて作成した $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の標準円柱供試体を用いた。中性化促進試験は、二酸化炭素の濃度を 30%、温度を 50℃、湿度を 20~30% とした雰囲気下に供試体を静置する方法とした。そして、所定の促進日数において、供試体を割裂した直後にフェノールフタレイン溶液を吹きつけ、3 日後に中性化深さを測定した。

3. 実験結果および考察

図-1 は、クリンカー粗粒の添加が中性化深さに及ぼす影響を表したものである。クリンカー粗粒の粒径にかかわらず 5% 程度を添加することにより、ワーカビリティーを損ねることなく中性化の抑制効果が認められた。また、図-1 から、土木学会標準示方書〈施工編〉に示されている式より中性化速度係数を逆算し、

キーワード：中性化 クリンカー コンクリート 耐久性 混和材

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL 0471-24-1501 (内線 4054) FAX 0471-23-9766

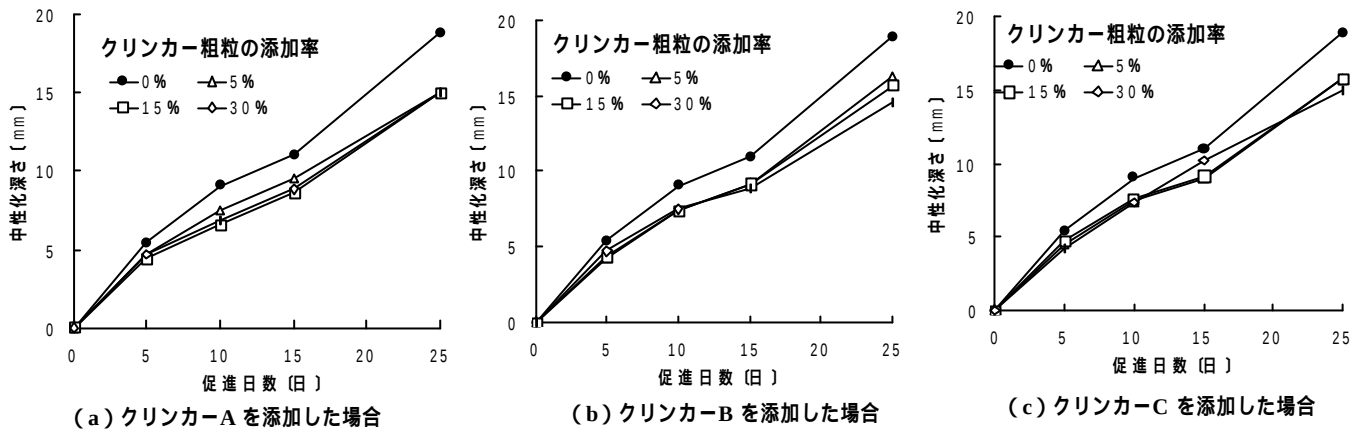


図-1 クリンカー粗粒の添加が中性化深さに及ぼす影響

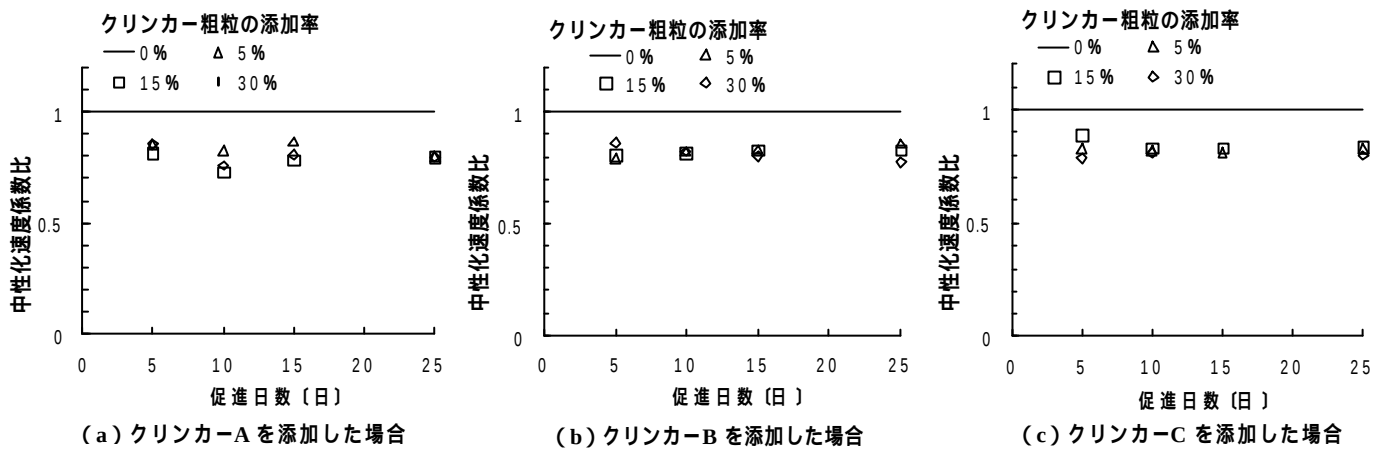


図-2 クリンカー粗粒の添加が中性化速度係数に及ぼす影響

クリンカー粗粒を添加しない場合に対する比（中性化速度係数比）として表すと、図-2 のようになる。このように、クリンカー粗粒を添加することにより、中性化速度係数はおよそ 0.8 倍に減少し、中性化によって定まるコンクリートの寿命が約 1.6 倍になると推定された。これは、セメントの水和反応が終了した後もクリンカー粗粒が水酸化カルシウムを長期にわたり供給し続けることにより、より緻密な炭酸カルシウムの層を形成したためと考えられる。一方、土木学会標準示方書〈施工編〉から推定すると、今回実験に用いた中性化促進試験機における促進日数の 1 日は自然界における約半年に相当するため、中性化は促進されているにもかかわらず、クリンカー粗粒の反応速度はほとんど促進されていないと考えられる。そのため、実構造物がおかれている一般的な環境下においては、水酸基の供給が継続する効果によってさらに大きな中性化の抑制効果が期待できる可能性がある。

4. まとめ

今回の実験から、骨材程度の粒径のクリンカーを混和材として用いることにより、単位セメント量を増やすことなくコンクリートの中性化を抑制できる可能性が明らかになった。中性化を遅らせる効果の程度は、促進試験の結果、クリンカーをセメント質量に対して 5%程度添加すると中性化によって定まるコンクリートの寿命が約 1.6 倍になると推定された。ただし、今回の実験では、二酸化炭素の濃度を 30%として中性化を促進したため、自然界においてはセメントの水和反応がほぼ終了した後もクリンカーがさらに反応を継続できると仮定すると、より大きな中性化の抑制効果が期待できる可能性がある。