

X線CTを用いた再生骨材の構造観察

北海道大学	学生員	○佐藤 恭平
北海道大学	正会員	マイケル ヘンリー
北海道大学	正会員	杉山 隆文
芝浦工業大学	正会員	伊代田 岳史

1. はじめに

低品質な再生骨材コンクリートは高品質のものとは比べ強度などの性能面で劣るが、環境負荷は低いことが明らかとなっている。そのため、荷重作用下における低品質再生骨材コンクリートの性能や安全性を明らかにすることが重要である。

コンクリート内における破壊機構やひび割れ構造を調べる技術の一つにX線CT法がある¹⁾。しかし、再生骨材は骨材の周りにモルタルが付着しているため、X線CT法を用いた際に破壊機構やひび割れ構造が容易に解明できない恐れがある。そのため、再生骨材コンクリートにおける破壊機構やひび割れ構造を解明するために、まずは再生骨材の内部構造をX線CT法を用いて調べることは有効と考えられる。

本研究ではX線CT装置を用いて、再生骨材を分析し、原コンクリートの違いおよび原コンクリートの水セメント比に伴う内部構造の相違を解明することを目的とした。

2. 実験概要

本実験は、構造観察並びに物性評価の2つから成っ

ている。構造観察では、原コンクリートの違い(発生源)が内部構造に及ぼす影響を調べるために、再生骨材プラントから入手した原コンクリートの異なる再生骨材M種、L種、L₀種(L以下)について、X線CT装置による撮影を行い、得られた二次元画像を用いて内部構造の検討を行った。同様に、原コンクリートの水セメント比(以下、W/Cとする)が70%、50%、30%の再生骨材L種の中からそれぞれモルタル量が多、普通、少の3種類について、X線CT装置による撮影を行い、得られた二次元画像を用いて内部構造の検討を行った。

物性評価では、構造観察で用いたW/C=70%、50%、30%の骨材の吸水率を測定し、原コンクリートのモルタル量と吸水率および空気量との間の相関関係を見出した。

3. 実験結果

3.1 原コンクリートの違いが及ぼす影響

断面画像の目視による原骨材と原モルタルの判別性を検討した。写真-1よりまずM種については、原骨材と原モルタルの違いの判別が容易ではないと判断された。また、骨材内に白く写っている物質はフェライ

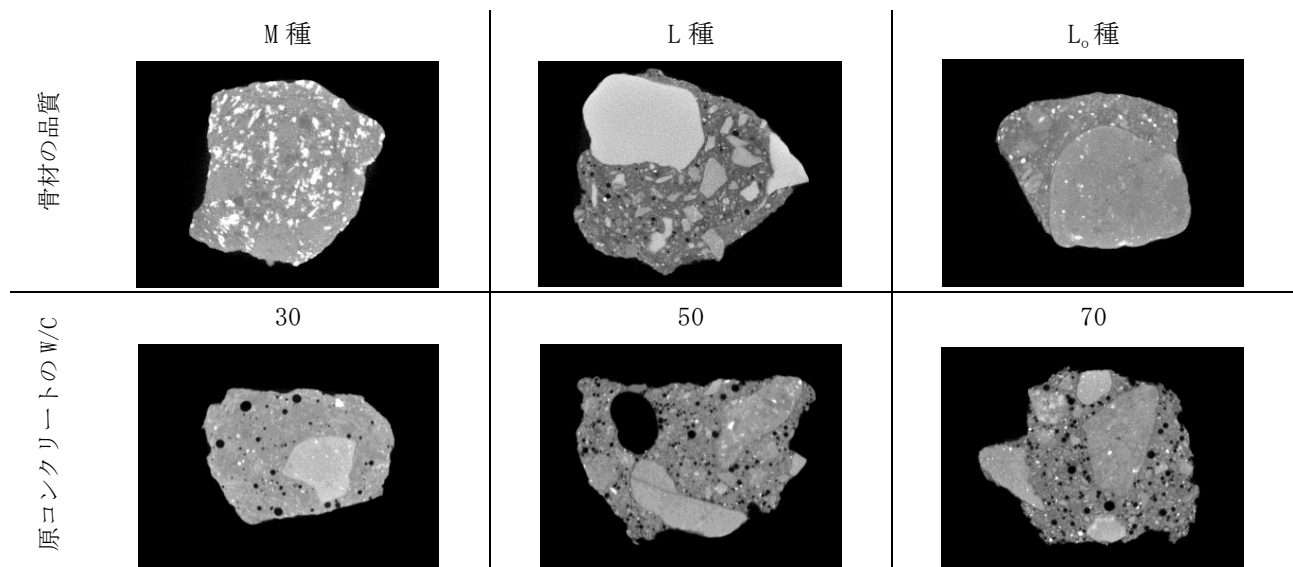


写真-1 X線CT法による再生骨材の二次元画像

キーワード 再生骨材、X線CT法、二値化処理、吸水率

連絡先 〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目

トなどの鉱物であると考えられる。次にL種については、密度の高い石灰岩と思われる原骨材が明瞭に写っているため、原骨材と原モルタルの判別が容易である。また、原骨材の色が一樣なため、CT値を用いた解析も行いやすい。最後にL種については、原骨材と原モルタルの判別が目視で可能であるが、色が近いため、実際に画像を分析して定量的な評価を行うことは難しい。これは原骨材と原モルタルの密度が近いため、CT値が近くなったためである。

3.2 W/C およびモルタル量が及ぼす影響

(1) W/Cの違いによる影響

写真-1よりW/C=30%とW/C=70%を比べると、原モルタルの色が異なっているのが分かる。これは、原コンクリートのW/Cの増大に伴い原モルタルの密度が低下するためと考えられる。

(2) モルタル量による影響

モルタル量が少ない骨材では、ほとんど空隙が見られないのに対し、モルタル量が多くなるに伴い空隙が増していることが認められる。

3.3 二値化処理

得られた二次元画像より GSV 分布を抽出し、図-1の方法で骨材内の空隙とそれ以外を白黒に分ける二値化処理を行った。また、今回の実験では写真-2に示すL種のみが、骨材とそれ以外を分けることが出来たが、他の骨材ではモルタルと骨材のCT値が近いために二値化処理をうまく行えなかった。

3.4 物性評価

吸水率試験の結果および空気量計測の結果をまとめたものを図-2に示す。グラフより、骨材の空気量と吸水率はほぼ比例関係になっていると言える。また多少の変動はあるものの、モルタル量と空気量および吸水率の間に正の相関があることが認められる。

4. 結論

構造観察結果によれば、X線CT装置による再生骨材の撮影を行う際には、材料の密度が重要である。つまり、実際に再生骨材コンクリートの破壊機構やひび割れ構造をX線CT装置を用いて観察する場合、密度の差が小さい原骨材と原モルタルを用いた再生骨材を粗骨材として使用すると、CT値の差も小さく二値化処理については改善の必要がある。また、再生骨材の内部構造を考慮した破壊機構やひび割れ構造の分析には注意を要すると考えられる。

物性評価から、空気量と吸水率の線形相関式を得た。しかし、本実験ではサンプル数が少ないため、式の精度は低いと考えられる。

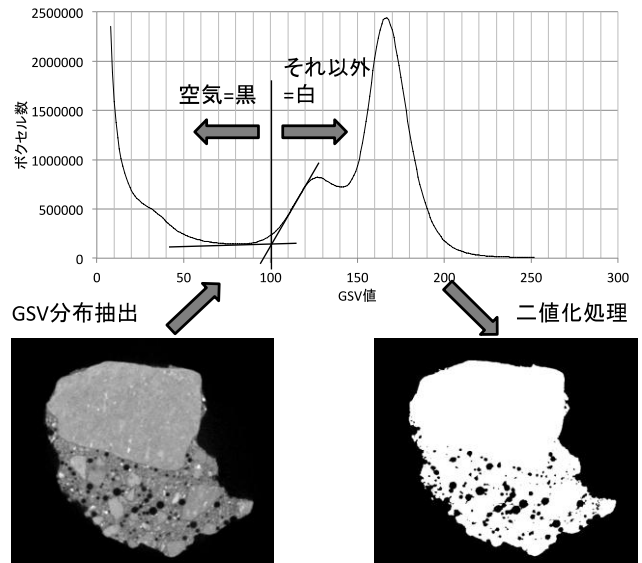


図-1 二値化処理の概念

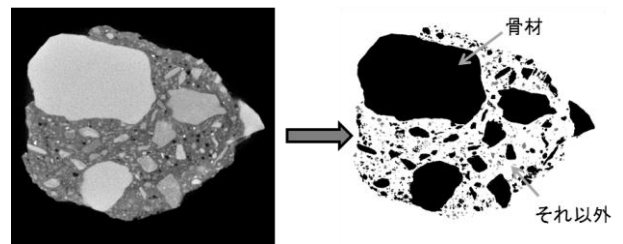


写真-2 L種の二値化処理

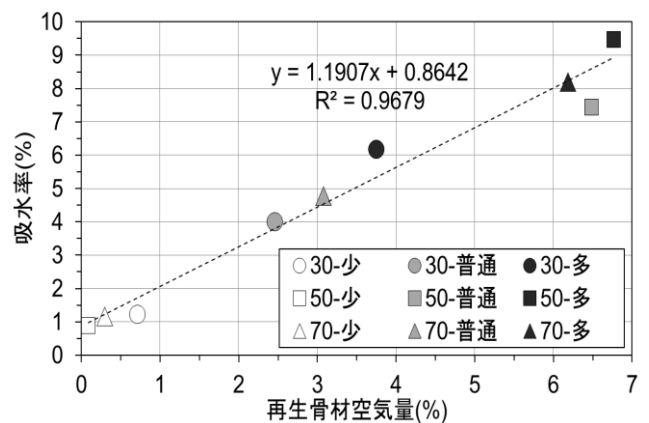


図-2 吸水率と再生骨材空気量の関係

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金（基盤研究B、研究番号：23360187）を用いて実施しました。ここに明記して謝意を表します。

参考文献

1) 吉川昂純:放射光 X 線 CT によるモルタルの空隙径分布計測 学士論文、北海道大学 2011