

超軽量ポーラスポリマーコンクリートの物理的性質

秋田大学 ○学生員 黒崎壮平
秋田大学 学生員 菅原寛章
秋田大学 正 員 徳重英信

1. はじめに

近年、環境デザインあるいは生物保護の立場から、多孔質コンクリートが、生態系で調和あるいは共存しうる材料として注目を集めている。また、地球環境や人の生活環境との調和をはかることを目的として、植栽、水質浄化、吸音などへの利用が進められ、多くの研究が行われるようになった。本研究では、骨材に超軽量骨材を、結合材に強度がセメントに比べてはるかに高いポリマーを用いて、高空隙率と高透水性、および軽量化を目的とした超軽量ポーラスポリマーコンクリートを製作し、物理的性質及び力学的性質を実験により明らかにした。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

本研究で用いた樹脂は、不飽和ポリエステル（以下UPとする）であり、比重は 1.06、粘度は 330mPa・s である。骨材は超軽量骨材を用い、粒径は、15-14、11-9、6-5mm とほぼ単粒度のものを使用した。比重はそれぞれ 0.82、0.84、0.86 である。また、充填材（フィラー）として炭酸カルシウム（比重 2.60）を使用した。

2. 2 配合

結合材の配合は主剤、硬化剤、促進剤を、316：10：1(重量比)とした。また、フィラーの混入量は2種類とし、配合 A を樹脂：フィラー＝1：1.88(重量比)、配合 B を樹脂：フィラー＝1：1.6(重量比)としている。配合 A、配合 B の結合材の圧縮強度はそれぞれ 105N/mm²、100N/mm²、粘度はそれぞれ 12.2Pa・s、5.8Pa・s である。打込み温度は 20℃を標準とした。

2. 3 製作方法

締固めは振動締固めにて行った。振動時に結合材が空隙中を移動し、供試体底部の目詰まりなどの不均一性が生じるのを防ぐために型枠底部を網目にし、供試体底部に垂れた余分な結合材がきれいようにした。供試体は $\phi 10 \times 20\text{cm}$ である。

2. 4 測定項目

測定項目は空隙率、連続空隙率、透水係数、圧縮強度および弾性係数である。圧縮試験は材齢 7 日で行い、その際に弾性係数の測定を行った。

3. 実験結果および考察

3. 1 骨材の平均粒径と空隙率、連続空隙率、単位体積重量の関係

骨材の平均粒径と空隙率の関係を図-1 に、連続空隙率と空隙率の比を図-2 に、単位体積重量を図-3 に示す。各々の図中の記号 AG は、 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の容器に骨材のみを充填したときの値を示す。図-1 に示すように、骨材のみを充填した場合には、全ての粒径でほぼ同様の空隙率を示したが、ポーラスコンクリートとすると、配合 A、B とともに平均粒径が大きくなるにつれて空隙率は大きくなる。 $\phi 5$ の場合は $\phi 10$ 、 $\phi 15$ に比べて骨材間の距離が短いため、結合材が骨材間に残る割合が多く、骨材のみ充填した場合より空隙が小さくなり、 $\phi 15$ の場合は骨材周囲の結合材によって骨材のみ充填した場合に比べて骨材間距離が長くなり、空隙率が大きくなった。また、 $\phi 15$ においては配合 A に比べて配合 B の方が若干大きな空隙率が認められたが、これは、結合材の粘性が配合 A に比べて配合 B の方が低いために、振動締め固め時の結合材のきれが配合 B の方が多かったためと考えられる。

一方、図-2 に示すように、各粒径とも連続空隙率と空隙率の比はほぼ 1 となったが、平均粒径が小さくな

ると空隙の連続性が低下する傾向を示した。これも、 $\phi 5$ の場合には上記と同様の理由によるものと考えられる。しかし、図-2 から結合材の配合による差はほとんど認められなかった。

図-3 に示すように、単位体積重量は、配合 A、B ともに平均粒径が大きくなるにつれて小さくなる。一般的なポーラスコンクリートの単位体積重量が $16 \sim 20 \text{ kN/m}^3$ であるのに対し $5 \sim 8 \text{ kN/m}^3$ とはるかに小さい値を示した。骨材のみを充填した場合は、 $5.4 \sim 5.8 \text{ kN/m}^3$ の程度の値を示した。これは図-1 に示したように、骨材のみ充填した場合の空隙率は、骨材粒径にあまり依存しないことに起因しているものと考えられる。また、ポーラスコンクリートとすると、単位体積重量は $\phi 15$ では約 5.4 kN/m^3 と骨材のみを充填した場合と同様の値であったが、 $\phi 10$ 、 $\phi 5$ と骨材粒径が小さくなるにしたがい単位体積重量が増加した。これも、図-1 および図-2 で述べた骨材間の結合材の状態によるものと考えられる。また、結合材の配合の影響は、本研究の範囲ではみられなかった。

3. 2 透水係数と連続空隙率の関係

透水係数と連続空隙率の関係を図-4 に示す。連続空隙率が大きくなるにつれて透水係数が大きくなることから、ポーラスコンクリートの透水性をコントロールする要素に、空隙の連続性が大きく影響し、また、粒径をコントロールすることで、従来のポーラスコンクリートに比べて大きな透水係数を得ることができるものと考えられる。

3. 3 弾性係数と圧縮強度

弾性係数と圧縮強度の関係を図-5 に示す。圧縮強度が大きくなるにつれて弾性係数が大きくなった。また、平均粒径が小さくなると圧縮強度が増加し、弾性係数も上昇することを示した。これは、平均粒径が小さくなるほど骨材間の接触面積が増加することや、図-1 に示したように空隙率が小さくなることで、弾性係数と圧縮強度の向上に影響しているものと考えられる。圧縮強度試験における破壊形態をみると、結合材の強度および付着強度は十分確保されているものの、骨材のひび割れおよび割裂が認められた。

3. 4 圧縮強度と結合材空隙比の影響

圧縮強度と結合材空隙比の関係を図-6 に示す。圧縮強度と結合材空隙比の相関はよく、結合材空隙比が増加するにつれて圧縮強度が大きくなった。ポーラスポリマーコンクリートの強度に関して、セメントコンクリートにおけるセメント空隙比と同様に、結合材空隙比が大きく影響を及ぼすことがわかった。

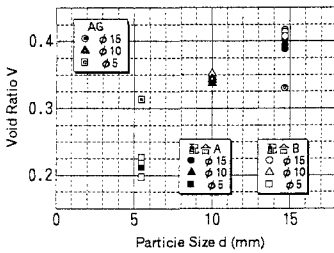


図-1 空隙率と平均粒径の関係

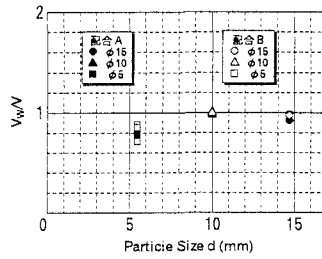


図-2 連続空隙率と空隙率の比

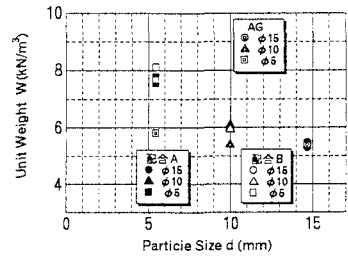


図-3 単位体積重量と平均粒径の関係

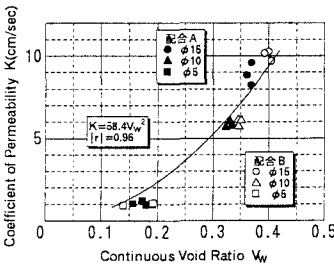


図-4 透水係数と連続空隙率の関係

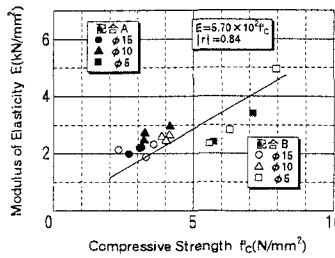


図-5 弾性係数と圧縮強度の関係

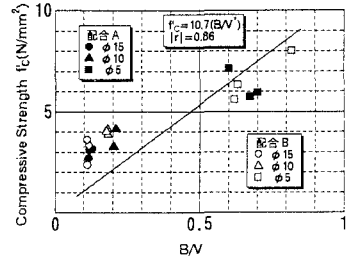


図-6 圧縮強度と結合材空隙比の関係