

V-37

超軽量プレパックド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 石山智子
秋田大学 学生員 庄 永海
(株)東邦アーステック 正 員 諸橋民昭

1 はじめに

近年、構造物の大型化、高層化に伴い、コンクリート部材の軽量化が強く望まれている。従来、コンクリートの軽量化は、軽量骨材を用いるか気泡を連行することで達成されてきた。しかし、軽量骨材を用いた軽量コンクリートは、 $10\sim40\text{ N/mm}^2$ 程度の圧縮強度を有しているが比重が1.4~1.6程度であった。そこで、さらに軽量なコンクリートを考えると、セメント系材料よりも軽量で高強度であるポリマーと、従来の軽量骨材より高強度、低比重および低吸水の超軽量骨材を使用することが考えられる。

本研究は、まず超軽量プレパックドポーラスポリマーコンクリートの作製の前段階として、結合材にポリマーを、骨材に比重が0.85でさらに独立気泡を持ち吸水率が4%未満と小さい超軽量骨材を使用し、プレパックド工法で材料の分離を低減して、超軽量プレパックドポリマーコンクリート(以下 PU とする)を作製し、その物理的性質および力学的性質を実験により明らかにする。さらに、使用する骨材として川砂利を用いたプレパックドポリマーコンクリート(以下 PO とする)を作製し、両者を比較検討するものである。

2 実験概要

2.1 使用材料

使用した樹脂は、エポキシ樹脂であり、比重は1.13、粘度は $910\text{ mPa}\cdot\text{s}$ である。骨材は、比重0.86の超軽量骨材および比重が2.56の川砂利を粒径 $\phi 5\sim10$ 、 $\phi 5\sim15$ 、 $\phi 10\sim15\text{ mm}$ の3種として使用した。

2.2 製作方法

まず、図-1のように、コンプレッサーと圧力ゲージおよびコントローラー、さらにアクリルパイプをゴムホースで接続した。次に、樹脂注入用の型枠を作製であるが、底面に樹脂の注入用の孔(径6mm)のある型枠($\phi 10\times 20$)に骨材を詰めて締固めを行った後、型枠上面に空気孔のある塩ビ板を設置し、型枠底部とアクリルパイプをゴムホースで接続した。そして、型枠底部から加圧しながら樹脂を注入し、注入後、孔に栓をし注入終了とした。

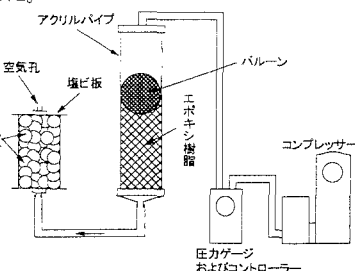


図-1 供試体作製装置

2.3 測定項目

測定項目は単位体積重量、圧縮強度および弾性係数である。圧縮試験と弾性係数は、材齢7日で測定を行った。

3 実験結果および考察

3.1 単位体積重量と平均粒径の関係

図-2に単位体積重量と平均粒径の関係を示す。PUの単位体積重量は $9.27\sim9.43\text{ kN/m}^3$ と小さい値を示した。これは、PUに使用した骨材と結合材の比重がそれぞれ0.86、1.13と小さいためであると考えられる。また、一般的な川砂利を用いたコンクリートの単位体積重量は $22\sim25\text{ kN/m}^3$ であるのに対し、POは $18.7\sim19.7\text{ kN/m}^3$ となった。これは、POに使用した結合材がPU同様小さいためであると考えられる。骨材の実積率は、超軽量骨材と普通骨材にほとんど差はなく0.61~0.63であるので、単位体積重量の差は骨材の重量の差であると考えられる。

また、POにおいて、 $\phi 10\sim15$ の単位体積重量が他の粒径に比べ小さくなっている。これは、 $\phi 10\sim15$ は骨材体積が他の粒径に比べ小さくなり結合材体積が大きくなったためであると考えられる。

3. 2 圧縮強度と単位体積重量の関係

図-3 に圧縮強度と単位体積重量の関係を示す。PU の圧縮強度は $21.7\sim 23.3\text{ N/mm}^2$ 、PO の圧縮強度は $58.5\sim 64.6\text{ N/mm}^2$ であり、PU の圧縮強度は、PO に比べ $1/3$ 程度である。これは、PO の圧縮試験において破壊は結合材と骨材の界面で破壊がみられるのに対し、PU の場合、破壊は骨材で生じており PU の強度が骨材の強度に大きく依存しているのがわかる。PU の破壊が骨材で生じている原因は、一般的な普通骨材の圧縮強度が $100\sim 200\text{ N/mm}^2$ であるのに対し、本研究で使用した超軽量骨材の圧縮強度は $4\sim 8\text{ N/mm}^2$ と小さいこと、結合材として使用した樹脂の強度が 68.6 N/mm^2 と超軽量骨材の強度より大きいことが考えられる。

また、PU の比強度は $2.3\sim 2.4\times 10^3\text{ m}$ 、PO のそれは $3.0\sim 3.3\times 10^3\text{ m}$ を示した。軽量コンクリートの比強度は $0.6\sim 2.5\times 10^3\text{ m}$ 、普通コンクリートのそれは $0.8\sim 2.5\times 10^3\text{ m}$ 、であることから、PU および PO の比強度は軽量コンクリートおよび普通コンクリートのそれに比して大きくなった。

3. 3 弾性係数と単位体積重量、圧縮強度の関係

図-4 に弾性係数と単位体積重量の関係を、図-5 に弾性係数と圧縮強度の関係を示す。PU の弾性係数が $5.4\sim 5.5\text{ kN/mm}^2$ であるのに対し PO は $10\sim 11\text{ kN/mm}^2$ である。これは、PU および PO を樹脂と骨材の複合材料として考えると、超軽量骨材の弾性係数は、 7.5 kN/mm^2 程度、普通骨材の弾性係数は 17.7 kN/mm^2 程度と計算できる。しかし、使用した樹脂の弾性係数が PU、PO ともに 1.92 kN/mm^2 であり、骨材と比すると小さいためこのような値になったと考えられる。

また、PU の比弾性率は $5.7\sim 6.0\times 10^5\text{ m}$ 、PO のそれは $5.8\sim 6.0\times 10^5\text{ m}$ とほぼ同様の値を示した。軽量コンクリートの比弾性率は $9.2\sim 11.2\times 10^5\text{ m}$ 、普通コンクリートのそれは $9.5\sim 14.6\times 10^5\text{ m}$ であることから、PU および PO の比弾性率は軽量コンクリートおよび普通コンクリートのそれに比して小さくなった。

4 まとめ

PU は、単位体積重量が $9.27\sim 9.43\text{ kN/m}^3$ と小さい値を示し、軽量コンクリートと比較して、 $1/2$ 程度の単位体積重量となった。一方、圧縮強度は、軽量コンクリートの圧縮強度が $10\sim 40\text{ N/mm}^2$ 程度であるのに対し、 $21.7\sim 23.3\text{ N/mm}^2$ と同程度の値を示した。

PU の利用方法としては、軽量であるということから、建築用材料として、プレキャストコンクリート、さらに非構造部材としてカーテンウォールなどへの適用、また、ポリマーを使用していることから水密性、耐化学薬品性に優れていること、比重が 0.94 と小さく水に浮くことから、海洋構造物や、浮遊構造として浮き桟橋などへの応用が考えられる。

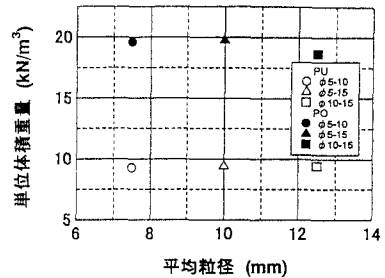


図-2 単位体積重量と平均粒径

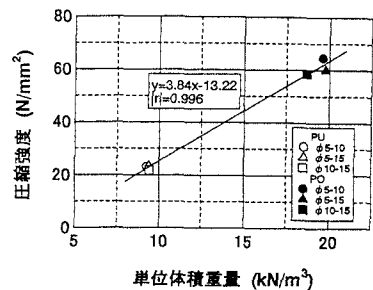


図-3 圧縮強度と単位体積重量

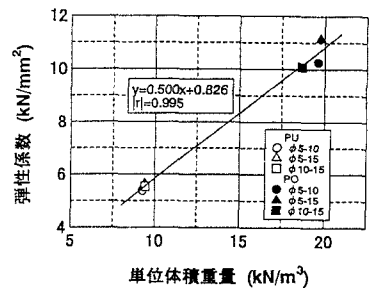


図-4 弾性係数と単位体積重量

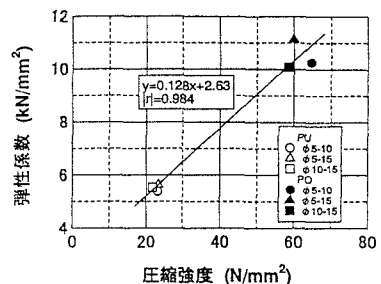


図-5 弾性係数と圧縮強度