

氏名(本籍) 古川 浩 司(岐阜県)
学位の種類 博士(工学)
学位授与番号 甲第 207 号
学位授与日付 平成 15 年 6 月 18 日
専攻 生産開発システム工学専攻
学位論文題目 ポーラスコンクリートの性能評価と複合部材としての構造利用
(Evaluation of performance of porous concrete and structural use
as composite member)
学位論文審査委員 (主査) 教授 六 郷 恵 哲
(副査) 教授 森 本 博 昭 教授 奈 良 敬
助教授 鎌 田 敏 郎

論文内容の要旨

ポーラスコンクリートは、内部に連続空隙を有し透気性・透水性に優れており、環境性能を高めたコンクリートとして利用の拡大が期待されているが、内部に大きな空隙が存在するため強度は通常のコンクリートと比べて小さい。ポーラスコンクリートの利用を進める上では、弾性係数や透水係数等の物性値の測定方法を確立とともに、複合等の方法により部材としての耐荷力を確保する必要がある。

この論文では、ポーラスコンクリートの透水係数、曲げ強度、弾性係数等の物性値の測定結果に及ぼすせき板や供試体寸法の影響とそのメカニズムについて検討し、改良した測定方法を提案するとともに、プレストレストコンクリートや鉄筋コンクリートとポーラスコンクリートとを組合せた複合部材を提案し、その力学性能を明らかにしている。

この論文の内容と成果は、次の5項目に大別される。

(1) ポーラスコンクリートの弾性係数

ポーラスコンクリート部材の変形を算定する際に弾性係数が必要であるが、ポーラスコンクリートには大きな空隙が存在するため、通常のコンクリートで用いられているひずみゲージの貼付けや変形測定用コンプレッソメータの取付けは困難である。

この論文では、コンプレッソメータの取付け具をポーラスコンクリート用に改良することを提案し、この改良が有効なことを確認している。ポーラスコンクリート供試体の変形を測定する領域の大きさ(検長)は、この論文の条件の範囲では100mm程度が適切であることや、原点から最大荷重の1/3点までの区間は応力ひずみ関係が直線状となり弾性係数の測定に適していることを明らかにしている。

(2) ポーラスコンクリートの曲げ強度

ポーラスコンクリートを舗装版に使用する場合には、曲げ強度が設計において必要である。一般に強度は、供試体あるいは部材の寸法が大きくなると低下する(いわゆる寸法効果)。

この論文では、曲げ供試体の長さが長くなるとポーラスコンクリートの曲げ強度が小さくなり、曲げ強度に寸法効果が存在することを実験的に確認するとともに、この寸法効果は、ポーラスコンクリートの強度が大きい場合に顕著となることを明らかにしている。さらに曲げ供試体の幅が大きくなると曲げ強度は小さくなることも明らかにし、そのメカニズムを空隙と関連づけて説明している。

(3) ポーラスコンクリートの空隙率と透水係数

ポーラスコンクリートの特徴である連続空隙の量と水の通りやすさを管理するうえでは、空隙率と透水係数の測定方法の確立が重要である。型枠に打設したポーラスコンクリート供試体の場合、型枠面に沿って粗骨材が並びその部分で空隙が多くなるというせき板効果が存在し、空隙率や透水係数の測定値が供試体寸法の影響をうけるという問題がある。

この論文では、せき板効果が、供試体寸法の増加とともに減少する程度を定量的に明らかにするとともに、せき板効果は、空隙率よりも透水係数の測定値に顕著に現れることを明らかにしている。せき板効果を取り除く方法として供試体側面に特殊発泡ゴムを巻きつける方法を提案し、その有効性を確認している。

(4) ポーラスモルタルの開発

通常のポーラスコンクリートでは、5~25mm 程度の粒径の粗骨材が用いられ、粒径が5mm 未満の細骨材は用いられない。

この論文では、粒径がほぼ同じとなるように整粒した細骨材を用いてポーラスモルタルを作製する方法を提案している。通常のポーラスコンクリートに比べ、ポーラスモルタルの圧縮強度ならびに曲げ強度は同程度となり、空隙率も同程度の10~20%となり、透水係数は1/4~1/10程度となることを明らかにしている。このポーラスモルタルは、ポーラスコンクリートの接合や打継ぎ部分に用いることにより、ポーラスコンクリートの一体性を確保するうえで極めて有効なことを明らかにしている。

(5) ポーラスコンクリート複合版の開発

ポーラスコンクリートのみでは、内部に大きな空隙があるため、強度が小さく、鉄筋等を配置した補強は困難である。

この論文では、部材としての耐荷力を確保するため、鉄筋コンクリート (RC) 版あるいはプレスとレストコンクリート (PC) 版とポーラスコンクリートとを複合させた部材を提案している。コンクリートの製造方法 (ポーラスコンクリート、硬練りコンクリート、普通コンクリートの順に打設) やコンクリート部分に使用する材料 (軽量骨材、高靱性セメント複合材料) について種々の検討と提案を行っている。開発した RC あるいは PC ポーラスコンクリート複合版は、曲げ載荷試験の結果、通常の RC あるいは PC 版に遜色のない力学性能を有することを確認している。

論文審査結果の要旨

この論文においては、内部に連続空隙を持ち透気性・透水性に優れたポーラスコンクリートを対象として、透水性、曲げ強度、弾性係数等の物性値の測定結果に及ぼす型枠や供試体寸法の影響とそのメカニズムを明らかにしており、有用性が認められる。さらに、プレストレストコンクリート版や鉄筋コンクリート版とポーラスコンクリートとを組合せた複合部材の製造方法を提案し、その力学性能を明らかにしている。申請者は、所属する企業において、この論文の成果を活用してポーラスコンクリート複合部材の製品化を行っている。これらの研究の成果は高く評価される。したがって、審査の結果、この論文を学位論文に値するものと判定した。

- (1) コンプレッソメータの取付け具をポーラスコンクリート用に改良することを提案し、その有効性を確認している。ポーラスコンクリート供試体の変形を測定する領域の大きさ（検長）は、この論文の条件の範囲では 100mm 程度が適当であることや、原点から最大荷重の 1/3 点までの区間は応力ひずみ関係が直線状となり弾性係数の測定に適していることを明らかにしている。
- (2) 曲げ供試体の長さが長くなるとポーラスコンクリートの曲げ強度が小さくなり、曲げ強度に寸法効果が存在することを実験的に確認するとともに、この寸法効果は、ポーラスコンクリートの強度が大きい場合に顕著となることを明らかにしている。さらに曲げ供試体の幅が大きくなると曲げ強度は小さくなることも明らかにし、そのメカニズムを空隙と関連づけて説明している。
- (3) 型枠面に沿って粗骨材が並びその部分で空隙が多くなるというせき板効果が、供試体寸法の増加とともに減少する程度を定量的に明らかにするとともに、せき板効果は、空隙率よりも透水係数の測定値に顕著に現れることを明らかにしている。せき板効果を取り除く方法として供試体側面に特殊発泡ゴムを巻きつける方法を提案し、その有効性を確認している。
- (4) 粒径がほぼ同じとなるように整粒した細骨材（粒径 5mm 未満）を用いてポーラスモルタルを作製する方法を提案し、その性能を明らかにしている。このポーラスモルタルは、ポーラスコンクリートの接合や打継ぎ部分に用いることにより、ポーラスコンクリートの一体性を確保するうえで極めて有効なことを明らかにしている。
- (5) 部材としての耐荷力を確保するため、鉄筋コンクリート (RC) 版あるいはプレストレストコンクリート (PC) 版とポーラスコンクリートとを複合させた部材を提案している。コンクリートの製造方法やコンクリート部分に使用する材料について種々の検討と提案を行っている。開発した RC あるいは PC ポーラスコンクリート複合版は、曲げ載荷試験の結果、通常の RC あるいは PC 版に遜色のない力学性能を有することを確認している。

最終試験結果の要旨

(1) 公表論文

この論文の主要部分は論文として既に発表済み（審査付き論文 3 編，国際会議論文 2 編）である。この論文が学位論文として完成された内容を有することを確認した。

(2) 修得単位

指定された単位を修得していることを確認した。

(3) 公聴会

公聴会を開催して審査を行った。学位審査委員会で審議の結果、最終試験に合格と判定した。