



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

SURFACE PROPERTIES AND PERFORMANCE
OF CONCRETE MEMBERS

メタデータ	言語: eng 出版者: 公開日: 2008-02-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 国枝, 稔 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/1686

氏名（本籍）	国枝 稔（岐阜県）
学位の種類	博士（工学）
学位記号番号	乙第 14 号
学位授与年月日	平成 11 年 9 月 8 日
専攻	生産開発システム工学専攻
学位論文題目	SURFACE PROPERTIES AND PERFORMANCE OF CONCRETE MEMBERS (コンクリート部材の性能と表面性状)
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 中 川 建 治 助教授 鎌 田 敏 郎 助教授 内 田 裕 市

論文内容の要旨

コンクリート表面には粗さ、色彩、濡れ等の特性があり、コンクリート部材の性能に大きく関与している。したがって、表面の特性を定量的に評価することにより、部材の性能を間接的に評価することが可能である。さらに、表面の特性を改善することにより、部材の性能の改善も可能となる。この論文では、コンクリートの付着面、外面、内部面に着目し、これらの表面の特性と部材の性能との関係について検討している。この論文の内容は、以下の5つに大別される。

(1) コンクリート付着面の粗さと付着性状の評価

コンクリート打継ぎ部においては、付着の改善を目的とした表面処理が行なわれる場合が多い。この論文では、コンクリート打継ぎ部を対象として、種々の表面処理方法により加工された凹凸面を表面積やフラクタル次元等の指標を用いて定量的に評価する手法を提案し、これらの評価結果とコンクリート打継ぎ部の曲げ付着強度との関係について明らかにしている。引張軟化曲線や破壊エネルギーといった指標を用いることにより、最大荷重以降の挙動を把握するとともに、曲げ付着強度の寸法効果の存在を明らかにしている。

上記の手法を補修材の付着性状の評価にも適用している。オーバーレイ工法における補修材と母材コンクリートの付着性状を、実験結果から推定された引張軟化曲線を用いてモデル化することで、母材コンクリートの表面処理程度や使用材料の特性が評価可能であることを示している。付着部の特性として引張軟化曲線を組み込んだ有限要素解析により、補修材の収縮に伴って生じるひび割れや剥離等の挙動を再現している。

次に、ひび割れ注入材の付着性状の評価結果と、注入部の表面特性との関係について、引張軟化曲線を用いて検討している。種々の条件下でひび割れ注入試験を行った結果、コンクリートのひび割れ面に注入することの重要性や、曲げ付着強度の寸法効果の存在を指摘するとともに、コンクリートのひび割れ面を使用した試験方法を提案している。

(2) コンクリート破断面の形状と曲げ破壊性状の評価

コンクリートが破壊する際にはひび割れが形成されるが、曲げ載荷試験により形成されたひび割れ面（破断面）は、使用材料（骨材径、各種材料の強度等）の特性に大きく左右される。この論文では、材齢の進行とともに強度が発現する過程において形成されるひび割れ面の形状を定量的に評価し、引張軟化曲線や破壊エネルギーとの関係について検討している。その結果、材齢の進行とともにひび割れ面が滑らかになり、吸収エネルギーが大きくなることを示している。

さらに、破砕時強度や破砕処理程度が異なる再生骨材を用いたコンクリートの曲げ載荷試験を行ない、曲げ破壊性状を把握している。その結果、付着モルタル量の増加により、最大荷重以降の荷重の低下が著しく、普通コンクリートに比べて脆性的であることを明らかにしている。さらには、得られたひび割れ面（破断面）の形状が、再生骨材の破砕時強度や破砕処理程度等により異なることを明らかにしている。

(3) コンクリート外面の汚れの評価

塵埃や生物の付着等によるコンクリート表面の汚れを評価する場合、人間の感覚に依存する場合が多い。一方、汚れた面を適切に処理するためには、何らかの基準に基づいた評価が必要である。この論文では、コンクリート橋脚の汚れを対象とし、色彩に関する定量的なデータをもとに汚れの分類を行なうことで、人間が汚れを認識する際の思考プロセスの一部を明らかにしている。非線形性の強いデータに対して柔軟に対応できるニューラルネットワークを用いて、汚れ評価システムを構築し、その適用性について検討している。

(4) ポーラスコンクリートの空隙の評価

ポーラスコンクリート（内部に連続した空隙を有する）の特徴である空隙率や透水係数は、日本コンクリート工学協会から提案されている試験方法に準じて求められる場合が多く、 $\phi 15 \times 30\text{cm}$ の供試体を用いられている。この供試体中の型枠に接する表面では、いわゆるせき板効果が存在し、連続的でしかも大きな空隙が存在している。一方、供試体の切断面では、独立で小さな空隙が存在する。この論文では、空隙率ならびに透水係数の測定結果は、せき板効果により型枠面を有する供試体の方が、コア抜きを行なった供試体よりも大きく測定されることを明らかにしている。実構造物の性能評価を行なう場合には、これらの結果を踏まえた補正が必要であることを指摘している。

(5) 超音波法を用いたコンクリート内の内部面の評価

コンクリート内部を伝播する超音波には、インピーダンスの異なる界面で反射、散乱する特性がある。この論文では、環境負荷低減型材料であるポーラスコンクリートの空隙率の大小や供試体内部の空隙構造の評価に、超音波法が有効なことを明らかにしている。

さらに、コンクリートの主ひび割れの先端に存在する破壊進行領域に着目し、従来から用いられている超音波法によるひび割れ深さの推定法の妥当性について検討している。曲げひび割れを対象とした場合の、①超音波法によるひび割れ深さ、②染色によるひび割れ深さ、③数値解析によるひび割れ深さについて比較検討を行ない、それぞれの方法の問題点と相互関係を明らかにしている。

論文審査結果の要旨

この論文においては、コンクリートの付着面、外面、内部面に着目し、これらの表面の特性（粗さ、色彩、濡れ、面積等）と部材の性能（付着性状、破壊性状、美観等）との関係を明確にしたうえで、両者の評価と改善を行っている。土木工学分野における技術体系が仕様規定型から性能規定型へ移行していることを念頭に置いて、評価方法や試験方法を提案するとともに、補修、リサイクル、環境負荷低減等に関連した性能評価を試みている。さらに、この論文は、以下に詳しく示すように重要な研究結果を含んでいる。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) 引張軟化曲線ならびに破壊エネルギーは、新旧コンクリートの付着性状の評価に有用なことを明らかにしている（第2章）。さらに、これらの指標は、補修部材における付着の評価や数値解析にも有効なことを示している（第2章）。
- (2) 各種性能評価のための試験方法として、以下の事例をもとに、標準試験方法だけでなく、実構造物の条件をできる限り反映した試験方法を用いることの重要性を指摘している。
 - ・打継ぎ部における曲げ付着強度への供試体寸法の影響（第2章）
 - ・ひび割れ注入材の付着試験結果への供試体寸法、使用材料、注入面の粗さの影響（第2章）
 - ・ポーラスコンクリートの空隙率や透水係数への供試体寸法の影響（第5章）
- (3) コンクリートの外面の美観に関して、汚れ評価を行なう際には、人間の曖昧さが存在することを明らかにした上で、ニューラルネットワークを用いたシステムの有効性を示している（第4章）。
- (4) 非破壊試験方法の一つである超音波法を、高機能材料であるポーラスコンクリートの空隙の評価や、コンクリートのひび割れ深さの評価へ適用し、超音波法がコンクリート内に存在する内部面の評価に有効なことを明らかにするとともに、非破壊試験の重要性を指摘している（第6章）。
- (5) 性能評価プロセスの提案を、「コンクリート表面」をキーワードとして行なっている。すなわち、コンクリート構造物の部材の要求性能について検討する際には、表面の存在に着目し、表面に要求された各種の特性について検討するという手法を提案している（第7章）。

最終試験結果の要旨

(1) 公表論文

この論文の主要部分は審査付き論文として既に公表済み（申請者の審査付き論文のうちの9編が主要部分に対応している）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) 学力試問

公聴会までに以下に示す課題についての試問を行い、申請者が学位を授与するに十分な専門的知識を有することを確認した。

- ①コンクリートのコールドジョイントとその対策
- ②補修材料の性能評価

(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。