

氏 名	齊 藤 満 さい とう みつる
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1265 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	引張載荷下におけるコンクリートの破壊挙動と強度特性 に関する基礎的研究

(主 査)
論文調査委員 教授 岡 田 清 教授 小 林 昭 一 教授 六 車 熙

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、コンクリートをモルタルと粗骨材とよりなる二相複合材料として引張載荷下におけるその破壊挙動を追求し、圧裂および純引張の慣用試験で求められている引張強度特性に及ぼすコンクリートの複合性の影響についての基礎的研究結果をまとめたもので、緒論、結論を含めて7章からなっている。

第1章は緒論で、純引張試験と圧裂試験においては載荷条件の相違と、構成材料における複合性挙動の相違から、得られる特性強度に差が生じうるとの立場から、本研究を行なった目的と意義を述べ、さらに各章の概要を説明している。

第2章は、従来から提案されている各種引張試験方法と試験結果について検討し、試験方法としての有用性を論じるとともに、本論文に直接的に関連する問題点につき詳細な考察を加えた結果について述べている。

第3章は、コンクリートをモルタルマトリックス中に大小2種の円形粗骨材を1～2個もつ単純な二相複合材料としてモデル化し、圧裂載荷下におけるモデルコンクリートの破壊挙動に及ぼすインクルージョンの影響について検討した結果について述べている。まず二相間の界面が完全付着しているとして有限要素法(F. E. M.)解析を行ない、とくにインクルージョン混入による二相界面近傍の応力分布を明らかにした。つぎに実験によりクラック発生荷重やクラック幅増大状況と境界変位や超音波伝播時間との関係を明らかにし、理論解の妥当性を実証している。ついで界面に付着がないとした場合についても検討し、界面付着の良否が内部応力分布に大きな影響を与えることを示している。

第4章は、圧裂試験と純引張試験との載荷条件の相違がコンクリートの複合性に起因する破壊挙動や引張強度特性に及ぼす影響について検討した結果について述べている。前章同様に普通および軽量骨材コンクリートに対して、鋼およびソイルセメントを骨材に用いてモデル化し、圧裂および純引張載荷実験を行なうとともに、F. E. M. 解析により応力分布、ボンドクラックおよびモルタルクラックの進展過程、特性引張強度とを比較検討し、討験法に及ぼすコンクリートの複合性の影響を定性的に明らかにしている。

つぎに天然および人工軽量骨材を用い、粗骨材の形状と配合要因を変化させた実際コンクリートについ

て実験を行ない、圧裂引張強度が純引張強度より大となる程度は粗骨材容積比により異なることを明確にしている。

第5章は、粗骨材の形状、配置位置が圧裂引張挙動に及ぼす影響について検討した結果について述べている。モルタル中に円形・三角形を含め4種の形状をもつ鋼のモデル粗骨材2個を、載荷軸およびこれと垂直な軸に関し種々な位置に対称配置したモデルコンクリートを用いて実験を行なうとともに、その各場合についてF. E. M.解析し、粗骨材の形状、位置がマトリックス内部、二相界面部分および粗骨材内部の応力分布に及ぼす影響を求め、これと実測した界面変位、超音波伝播速度より推定されるクラック発生荷重やクラック進展状況とを比較検討している。その結果載荷軸上にある骨材内部には極めて大きい引張応力が生ずるが、クラックは一般に骨材隅角部の界面にまず発生し、さらに他の界面クラックより進展したモルタルクラックによって系の最終破壊が生じること、このクラック進展の程度は骨材の形状によって相違することを示している。

第6章は、圧裂試験における載荷パッド使用の有無とその材質の相違が破壊挙動や圧裂引張強度に及ぼす影響について検討した結果について述べている。配合を種々変化させたモルタル、普通および軽量コンクリートについて、パッドの有無、パッド材質を鋼、合板、ゴムと変化させた実験を行なうとともに、直径を2種に変えた鋼モデル粗骨材を2～12個配置した多数のモデルコンクリートについても同様実験を行ない、応力分布を理論解析し、パッド材質の相違は、内部クラック発生後において初めてクラック進展状況に影響を与え、パッドが軟質なほど圧裂引張強度は大となり、またその程度は粗骨材容積比により異なることを明らかにしている。さらにパッドと供試体間の摩擦減少をはかった場合のパッド材質の及ぼす影響についても考察している。

第7章は結論で、本研究の成果を要約したものである。

論文審査の結果の要旨

試験方法の簡便さのため多用されている圧裂試験により求められるコンクリートの引張強度は、純引張試験によるものとは一般に相違するが、その原因などに関しては未解明の点も少なくない。本論文はコンクリートをモルタル中に大粒の粗骨材をインクルージョンとして含む二相複合材料としてモデル化することにより、引張載荷下におけるその破壊挙動を追求し、引張強度特性に及ぼすコンクリートの複合性の影響に関し基礎的な検討を行なったものであって、得られた主な成果は次のとおりである。

(1) モルタル中に剛な円形粗骨材を1～2個もつ二相複合材料にモデル化したコンクリートについて圧裂試験を行ない、二相境界の変位や超音波伝播速度の実測、および応力分布の有限要素法(F. E. M.)解析を行ない、界面のボンドクラック発生荷重、以後のモルタルクラックの発生・進展状況を追求し、骨材粒径および界面付着の影響を明らかにし、とくに後者は内部応力分布、破壊性状に大きな影響をもつことを確認した。

(2) 普通および軽量骨材コンクリートに対して、鋼およびソイルセメントを骨材としてモデル化し、圧裂および純引張試験を行ない、応力分布を理論解析し、両試験法における載荷条件の相違、界面付着の良否、および骨材剛度が内部クラックの発生とその進展状況に及ぼす影響を定性的に明らかにした。さらに

実際コンクリートを用いてこれを検証し、圧裂引張強度が純引張強度より大となる程度は骨材剛度、粗骨材容積比の大なるほど大きいことを明確にした。

(3) 円形、三角形を含む種々な剛なモデル粗骨材 2 個を種々な位置に対称配置したモデルコンクリートについて圧裂試験を行なうとともに、応力分布を理論解析し、載荷軸上の骨材には大きな引張応力が発生するが、クラックは一般に骨材隅角部の界面より発生し、さらに他の界面クラックより進展したモルタルクラックによって最終破壊が生じ、このクラック進展の程度は骨材形状により相違することを明確にした。

(4) モルタル、コンクリートおよび鋼製粗骨材を多数含むモデルコンクリートについて、硬軟三種のパッドを用いた圧裂試験、および圧裂破壊に到るまでの内部応力分布およびひびわれ進展の理論解析結果から、パッド材質の相違は内部クラック発生後において始めてクラック進展状況に影響を与え、パッドが軟質ほど圧裂引張強度は大となり、その程度はコンクリートの粗骨材容積比が大ほど大となることを明らかにした。さらにパッドの有無の影響は、荷重分布幅とパッドによる供試片の側方変形拘束の相違に帰せられ、後者の影響がより大きいことを指摘した。

以上要するに、本論文はコンクリートをモルタルと粗骨材とよりなる二相材料と考え、引張載荷下のコンクリートの破壊挙動と強度特性について実験的および理論的検討を行ない、慣用試験法でえられる圧裂引張強度と純引張強度間の強度差、および引張強度特性に及ぼす骨材材質、形状、付着特性、配合等コンクリートの複合性を左右する諸要因や圧裂試験におけるパッド使用の影響を明らかにするとともに、コンクリートの引張破壊挙動に関し多くの基礎的知見を提供したものであって、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。