

氏 名	川 上 英 男 かわ かみ ひで お
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 466 号
学位授与の日付	昭 和 46 年 11 月 24 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	コンクリート強度に及ぼす粗骨材の影響

	(主 査)
論文調査委員	教 授 六 車 熙 教 授 横 尾 義 貫 教 授 岡 田 清

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はコンクリートをモルタルマトリックスと種々の粒径の混合体である粗骨材粒子とよりなる多質複合体とみなし、コンクリートの破壊の先駆現象である粗骨材表面とモルタルとの付着破壊、粗骨材自身の破碎といった内部特性を考慮し、コンクリートの圧縮強度におよぼす粗骨材粒径、粒度、使用量、強度、吸水特性の影響を広範な実験によって解明し、モルタル圧縮強度を基本にとってこれら粗骨材諸量の関数としてコンクリート強度を推定する新しい強度理論を展開したもので、8章よりなっている。

第1章は緒論で、コンクリートの圧縮強度および圧縮破壊の内部機構に関する従来の研究を概観し、慣用的水セメント比説強度理論の不備を指摘するとともに、粗骨材表面におけるモルタルとの付着破壊、粗骨材自身の破碎といったコンクリートの圧縮破壊を誘発する内部現象を巨視的にとらえる因子として粗骨材の粒径、粒度およびその使用量があげられることを示し、本研究の意義と必要性をのべている。

第2章では、まず、コンクリートの圧縮強度に対する粗骨材粒径の影響を調べる目的で、川砂利、碎石、ガラス玉などのモルタルマトリックスよりも強硬な粗骨材の単一粒径のみを用いたいわゆる単一粒径粗骨材コンクリートの圧縮強度試験を行なった。その結果、コンクリートの配合、水セメント比が同じであってもその圧縮強度は対数で表わした粗骨材粒径に正比例してモルタル圧縮強度から低下し、かつ、この低下の度合は水セメント比が大きくなると少なくなり、水セメント比70%以上では粒径による強度低下は認められないこと、また、このような粒径による強度低下は粗骨材表面とモルタルとの付着強度が粒径の大きい粗骨材ほど小さくなるという定性的事実と一致し、碎石などのモルタルとの付着性状の良好なものは粒径 10~15 mm までは強度低下が認められないことを示した。次いで、単一粒径粗骨材の使用量の影響についても実験を行ない、圧縮強度は粗骨材使用量に正比例してモルタル強度から低下することを示した。さらに、以上の結果を総合し、圧縮強度、対数で表わした粗骨材粒径およびその使用量の3軸空間座標上にモルタル強度を基本強度とする単一粒径粗骨材コンクリートの圧縮強度曲面群をあたえ、かつ、これら強度曲面は Hyperbolic Paraboloid 曲面となることを示した。

第3章では2種または3種の異った単一粒径をもつ粗骨材を混合した混合粒粗骨材コンクリートの強度試験を行ない、個々の単一粒径粗骨材コンクリートの圧縮強度と比較して、前章で得られた単一粒径粗骨材コンクリートの圧縮強度曲面群にもとづく一般の混合粒粗骨材コンクリートの強度推定方法を確立した。すなわち、一般に使用する混合粒粗骨材コンクリートの圧縮強度は、各単一粒径粗骨材コンクリート強度を粗骨材粒度構成に正比例して加算すれば得られるという一般法則を見出し、粗骨材のコンクリート圧縮強度におよぼす影響の量的評価方法を示した。さらに、この一般法則を適用して、最高強度を得るための粗骨材最適粒度分布や、粗骨材標準粒度曲線における上限および下限の粒度差による圧縮強度の変動を適確に知ることが可能であることを示した。

第4章および第5章では、モルタルマトリックスよりも軟質の粗骨材を用いたコンクリートへの上記強度理論の適用の可能性を人工軽量粗骨材コンクリートを用いて検討した。軟質粗骨材では粗骨材自身の破砕もコンクリートの破壊の主因となりうることから、まず、人工軽量粗骨材自身の破砕強度を粗骨材間に標準砂を充てんして個々の粗骨材粒の直接の接触をさせて圧縮する新方法で単一粒径別に検討し、粗骨材粒径が大きくなるほど破砕強度が小さくなることを明らかにするとともに、単一粒径粗骨材コンクリートの圧縮破壊に至るまでにおこる粗骨材破砕開始荷重をその破砕音および超音波伝ば速度の変化の実測より判定し、高強度コンクリートほど、また、同一モルタルマトリックスの場合には粗骨材粒径が大きいほど破砕開始荷重がコンクリート圧縮強度に比較して相対的に小さくなることを示し、人工軽量粗骨材コンクリートにおいても粗骨材粒径を粗骨材表面におけるモルタル付着破壊および粗骨材破砕の両者に起因するコンクリートの破壊機構を巨視的にとらえる因子とみなすことができることを示した。これらの結果を基礎として、単一粒径粗骨材コンクリートおよび混合粒粗骨材コンクリートの強度試験を行ない、人工軽量粗骨材コンクリートにおいてもモルタル強度を基本値とする単一粒径粗骨材コンクリート **Hyperbolic Paraboloid** の強度曲面が画けること、および、混合粒粗骨材コンクリートに対する強度合成法則が成立つことを示した。さらには、人工軽量粗骨材の吸水量の圧縮強度におよぼす影響についても実験し、粗骨材吸水の影響はコンクリートの水セメント比の変化として巨視的にとらえることができることを示し、これの影響を含めて上記強度曲面群によるコンクリート強度推定が可能であることを示した。

第6章では、粗骨材粒径および使用量によるコンクリートの圧縮強度構成とコンシステンシーとの関係を検討し、圧縮強度曲面上にコンシステンシー一定の曲線群を画き得ることを示して、強度要求値とコンシステンシー要求値を同時にみたすコンクリートの配合設計が強度曲面群を用いて可能であることを明らかにした。

第7章では、コンクリートの引張強度に関しても強度曲線が設定できることを、川砂利または碎石コンクリートを用いて確かめている。

第8章では、本論文の主な成果を要約し、総括としている。

論文審査の結果の要旨

コンクリートの配合設計には一般に水セメント比説を強度理論として用いている。これはコンクリートがワーカブルであれば強度は配合の如何にかかわらず水セメント比だけで一義的にきまるとするものであ

るが、厳密には粗骨材の粒度，使用量，強度などによっても著るしく影響を受け，使用骨材の種類やコンクリートの強度要求値が多様化しつつある今日では，コンクリート強度に対する粗骨材の影響の系統的研究が重要な課題となってきた。

本論文はコンクリートの圧縮破壊の先駆現象である粗骨材表面とモルタルとの付着破壊や粗骨材自身の破碎耐力が粒径によって異なることに着目して，粒径別にふるい分けた単一粒径粗骨材を用いたコンクリートの広範かつ系統的な圧縮強度試験を行ない，圧縮強度におよぼす粗骨材の影響を粒径別に解明するとともに，これをもとにして連続粒度粗骨材を用いた通常のコンクリートの強度を推定する新しい強度理論を展開したもので，その主な成果を要約するとつぎのようになる。

(1) モルタルよりも強硬であり，かつ，コンクリートの圧縮破壊が主として粗骨材表面とモルタルとの付着破壊によって誘発される川砂利，碎石，ガラス玉粗骨材を用いた単一粒径粗骨材コンクリートの圧縮強度は，対数で表わした粗骨材粒径，および，コンクリート単位容積中の粗骨材量にそれぞれ正比例してモルタル強度から低下することを明らかにし，これら粗骨材粒径および使用量の影響の総合的表示として，圧縮強度，対数で表わした粗骨材粒径および粗骨材使用量の3軸空間座標上にモルタル強度を基本値にとった **Hyperbolic Paraboloid** 圧縮強度曲面群をあたえた。これら強度曲面群はコンクリート圧縮強度におよぼす粗骨材の影響を量的に知るための有用な資料となるものである。

(2) 一般に使用している混合粒粗骨材コンクリートの圧縮強度は，個々の単一粒径粗骨材コンクリート強度に粗骨材粒度構成比を乗じた強度特性値の和としてあたえられるという強度構成一般法則を見出し，上記の単一粒径粗骨材コンクリートの圧縮強度曲面群から一般の混合粒粗骨材コンクリート強度の推定方法を確立した。この一般法則は，最高強度を得るための粗骨材理想粒度分布の推定や，標準粒度曲線の上限および下限の粒度差による強度変動を適確に知る基本となるばかりでなく，コンクリートの品質管理にあたって粗骨材粒度のばらつきに対処する有用な手段をあたえるものである。

(3) 人工軽量骨材コンクリートのように粗骨材の破碎がコンクリートの圧縮破壊の原因となり，かつ，粗骨材吸水量が強度に影響する比較的軟質の粗骨材を用いる場合でも，上記の粗骨材粒度および使用量による圧縮強度構成理論が成立つことを明らかにした。

(4) コンクリートのコンシステンシーについても粗骨材粒径および使用量に着目した詳細な実験を行ない，圧縮強度曲面上にコンシステンシー一定の曲線群を画くことによって，強度要求値とコンシステンシー要求値とを同時にみたすコンクリートの配合設計が強度曲面群をもとにして可能であることを示した。

(5) コンクリートの引張強度についても圧縮強度と同様な強度構成理論が適用できることを示した。

以上要するに本論文はコンクリートの圧縮強度におよぼす粗骨材の影響を，粗骨材粒径および使用量の面から系統的に解明し，これらによるコンクリート圧縮強度の変動を適確に評価できる強度構成理論を確立したもので，その成果は学術上および工業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。