

氏 名	阪 田 憲 次 さか た けん じ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 935 号
学位授与の日付	昭 和 51 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	持 続 お よ び 繰 返 し 荷 重 下 に お け る コ ン ク リ ー ト の 塑 性 的 挙 動 に 関 する 基 礎 的 研 究

論文調査委員 (主 査)  
教 授 岡 田 清 教 授 山 田 善 一 教 授 丹 羽 義 次

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文はコンクリートの乾燥収縮および持続応力下でのクリープ等の塑性的変形の生成機構について論じるとともに、確率過程の観点からクリープ破壊と疲労挙動について検討した結果をとりまとめたもので、7章からなっている。

第1章は緒論で、本研究の目的と本論文の概要について述べている。

第2章はコンクリートの乾燥収縮、クリープ、クリープ破壊および疲労に関する従来の研究のうち、本論文に直接関連するものについて述べ、その問題点と本研究の意義を明らかにしている。

第3章はコンクリートの乾燥収縮はコンクリート中の水分の挙動と密に関係することを理論的および実験的に検照したものである。すなわち、乾燥に伴うコンクリート中の水分の逸散量と乾燥収縮ひずみとの関係を、吸水性能の異なる3種の骨材を用い、封緘、非封緘養生、各種湿度環境下で観測し、収縮は乾燥初期においてはコンクリート組織中の毛細管空隙や骨材中の自由水の逸散によるものが支配的であり、乾燥の進行とともに表面および内部との湿度勾配に起因するゲル空隙中の水分の逸散によるものが卓越する特性をもつことを明らかにした。一方、コンクリート中の水分の時間的逸散は拡散によるものとして、コンクリート体中の3次元的な含水量分布および水逸散率時間曲線を求め、実験との対比から蒸発係数、拡散係数の決定を試み、これら係数の骨材吸水特性や環境湿度依存性を明らかにし、乾燥収縮と水分逸散との関係の定量化に成功している。

第4章は吸水特性の異なる3種類の骨材を用いたコンクリートについて、各種湿度条件下でクリープ実験を行ない、クリープひずみと逸散水量との相関を調べ、クリープ生成に関するシーページ理論について詳細な検討を行なっている。その結果、クリープはベーシッククリープとドライングクリープとに大別され、前者は遅延弾性変形と組織内部の微細ひびわれによる非回復性クリープとよりなり、後者は逸散水量とほぼ比例関係にあり、シーページ効果に支配されることを明らかにしている。

第5章は持続高応力下におけるコンクリートのクリープ特性について論じたものである。静的圧縮強度

の65~97%の大きさの持続応力下での実験結果より、クリープ破壊曲線は遷移、定常、加速クリープの3段階よりなるが、天然骨材、人工軽量骨材コンクリートでは、その各段階において占めるひずみ量や各段階到達時間の割合は異なること、また本質的には各クリープ段階は時間とともに低下する推移確率を有する確率過程として考えるべきこと、各段階に要した時間の分布は対数正規分布すること等を明らかにしている。さらにクリープ限については Probit Analysis 手法を適用して考察を加え、平均クリープ限は静的強度の約85%であることを示している。

第6章は 300 cpm 程度の高サイクル繰返し荷重下でのコンクリートの疲労特性について考察を加えたものである。疲労破壊現象を確率過程として破壊寿命の分布を求め、これは対数正規分布すること、普通コンクリートの破壊現象は1次のポアソン過程で金属材料のそれに近く、軽量コンクリートでは1次のポアソン過程の和として表わされ、岩石材料のそれに近いが、いずれの場合も破壊の推移確率は荷重繰返しとともに低下する傾向を示すことを明らかにし、兩種コンクリートのこの相異は使用骨材の強度およびモルタルとの付着強度の相違によるひびわれ捕捉効果の影響によるものであろうと述べている。さらに繰返し荷重下におけるコンクリートの変形特性についても検討し、荷重繰返しにともなう見掛けヤング係数の低下は軽量コンクリートよりも普通コンクリートの方が顕著であり、また定常領域におけるひずみ進行速度と疲労寿命との間には密な関係のあることを明らかにしている。

第7章は結論で、本論文の成果をとりまとめたものである。

### 論文審査の結果の要旨

コンクリートの乾燥収縮、クリープおよび疲労特性については従来より多くの研究が行われてきたが、その生成機構やコンクリートの組成材料の特性との関係についてはなお不明の点も多い。本論文ではコンクリートの乾燥収縮、クリープ特性とコンクリート中の自由水やゲル水との関係を明らかにするとともに、高応力下でのクリープ破壊や疲労破壊現象について、これを確率過程として検討した結果をまとめたもので、得られた主な成果はつぎのようである。

(1) コンクリートの乾燥収縮は水分の逸散に主として依存し、その時間的過程は初期における毛細管空隙中や骨材中の自由水の逸散と、その後における内部湿度勾配によるゲル空隙中の水分逸散との2つの機構によることを明確にし、水分の挙動に関しては拡散現象によるものとして理論的考察を加え、蒸発係数、拡散係数の骨材吸水能および環境湿度依存性について実験的検討を行い、これにより逸散水量の定量的推定を可能にした。

(2) 低応力下におけるコンクリートのクリープ機構について考察し、全クリープは遅延弾性変形と内部微細ひびわれによる非回復性クリープとよりなるベーシッククリープと、逸散水量のシーページ効果に起因するドラインククリープとよりなることを示し、各種骨材コンクリートの各種湿度下における各成分クリープ量を求め、シーページ理論成立に定量的な根拠を与えた。

(3) 高応力下におけるクリープ性状およびクリープ破壊について検討し、遷移、定常および加速クリープの各段階を、時間的に低下する推移確率を有する確率過程として考えるべきことを提唱するとともに、クリープ限についても考察し、平均クリープ限として静的強度の約85%になることを示したが、これらは

従来の多くの研究結果の理論的裏付けを行ったものとして評価できる。

(4) コンクリートの 300 cpm 程度の高サイクル疲労破壊特性について研究し、疲労現象は普通コンクリートと軽量コンクリートとでは骨材強度、モルタルとの付着性能の差によるひびわれ捕促効果の相違のためやや異なり、前者は1次のポアソン過程で、後者は1次のポアソン過程の和として表わされうるが、いずれもその破壊の推移確率は荷重繰返しとともに低下する傾向を有することを明らかにした。さらに繰返し荷重下におけるコンクリートの変形特性として、疲労にもなうヤング係数の低下は普通コンクリートにおいては軽量コンクリートにくらべ顕著であるが、200万回疲労限はやや高いことを実証した。

以上のように本論文は従来定性的に論じられていたコンクリートの乾燥収縮、クリープ特性についてのシーページ理論に対し、骨材の吸水性能と環境湿度との関数として定量的根拠を与えるとともに、高応力下におけるクリープ破壊や疲労破壊現象を確率過程として検討し、骨材強度やそのひびわれ捕促効果等の影響を明らかにし、この分野での多くの基礎資料を提供したもので、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。