

氏 名	藤 井 学 ふじ い まなぶ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 487 号
学位授与の日付	昭 和 47 年 1 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	プレストレストコンクリート部材の定着部補強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 六 車 熙

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はプレストレストコンクリート部材における PC 鋼材の定着部の応力状態およびその補強に関する基礎的な事項についての理論的・実験的研究結果をのべたもので、緒論，2 編および結論からなっている。

緒論は第 1 章および第 2 章よりなり、それぞれ本論文の研究目的および研究内容の概要をのべている。

第 1 編は、プレテンション部材における問題をとり扱っており、まず第 3 章では PC 鋼材の定着長や定着部補強に対する従来研究の概要と問題点をのべている。

第 4 章ではプレストレス導入時の定着部応力について理論的な検討を加えた。すなわち、定着部コンクリートのひびわれ発生を仮定した弾性解析およびコンクリートについて Mohr の破壊条件式を適用した弾塑性解析を示すとともに、接触圧、コンクリート断面内応力、鋼材の定着長に沿うての応力分布などについて従来の弾性解と比較検討している。その結果、これらの解は従来の弾性解を包含する一般的な解であること、弾性解は接触圧を過大に算出すること、定着域の大部分において鋼材表面近傍のコンクリートは塑性状態となっていることなどを明らかにした。

第 5 章では、太径高強度ストランドの定着長に関して実験的な検討を加えており、普通および人工軽量骨材コンクリートを用いた要因実験を行ない、ストランドのさびの程度、コンクリート断面の大きさ、コンクリートの強度などの各要因効果を分析し、また他種ストランドとも比較検討している。その結果、普通と軽量コンクリートでは定着長に有意差のないことを示し、また材端でのストランドとコンクリートの相対変位の物理的意味に着目し、定着長を求める実用式を提示している。

第 6 章では、プレテンション部材が実際に供用される段階で問題となるいわゆる Flexural bond、とくに定着域での鋼材の滑動が部材耐力に及ぼす各種要因の影響について論述するとともに、実験的検証を行ない、曲げ付着破壊を防止するための、部材張出し長さとの関係式を求めている。また、慣用の塑性式および Walther のせん断破壊理論式を修正し、これらの曲げ付着破壊をおこす場合への拡張

を試み、その妥当性を実験的に確認している。

第7章では、プレテンション部材の材端に生ずる水平ひびわれに対する補強について考察を加えた。まず有限要素法により応力状態を検討し、水平ひびわれへの影響要因のうち、導入力の桁高方向への分散度が最も大きな影響をもつこと、鉛直締めによってフルプレストレスングとすることは可能であるが、この補強法は経済的に得策でないことなどを明らかにしている。つぎにウェブ中央に水平ひびれを仮定したモデルの解析結果と数値実験結果とから補強鉄筋量算定に必要な引張合力の実用式を提示している。またこの計算値との対比から、現行 JIS プレテンション桁での実際の補強鉄筋使用量の妥当性にも論及した。

第2編では、ポストテンション部材における PC 鋼材の定着問題を取り扱っており、まず第8章では桁端定着、中間切欠き定着、ゲルバーヒンジ部補強、などに対する従来研究の概要と問題点をのべている。

第9章は、材端定着部におけるひびわれおよび破壊荷重計算法に関する一連の研究結果をとりまとめている。まず、2次元載荷状態においては、ひびわれおよび破壊の様相は載荷面積比によって本質的に割裂あるいはせん断の二つの異なった形式をとることを指摘し、形式別に支圧応力および支圧強度の計算式を与えている。3次元載荷状態に対しては、観察された破壊機構にもとづく支圧強度理論式を誘導し、人工軽量骨材コンクリートにもこれが適用できることを実験的に確認している。また、この理論解を支圧板が剛体でない場合へ適用できるよう拡張し、内外の実験結果と比較した結果、きわめて良好な一致を示すことを明らかにした。さらに補強鉄筋を挿入した場合に適用し、補強効果を定性的に論じている。

第10章では、中間切欠き定着部の応力状態と補強方法についての理論的考察をまとめている。まず有限要素法による応力状態の解析結果にもとづき、切欠き定着部の割裂応力の算定に対し、材端定着の場合の理論解の適用の妥当性および切欠き隅角部における補強鉄筋量とその適正な配置方向などについて検討している。さらに切欠き隅角部応力への前方導入力および支圧反力などの影響を調べ、この隅角部に対してもフルプレストレスングの設計が可能であることを指摘し、その計算法を提示した。

第11章では、PC ゲルバー桁ヒンジ部の設計法に関する一連の研究結果をとりまとめている。まず有限要素法の数値解析からえられたハンチ部主応力を、単純理論による基準応力に応力集中係数を乗じた形の一般性のある実用式で示した。つぎにこの応力集中係数と無筋コンクリート部材の載荷実験からえられた破壊時応力集中係数との相関性を考慮して、ひびわれ荷重の推定式を求め、各種の PC はりの実験結果と比較し、その高精度を確認した。つぎにヒンジ部のせん断破壊荷重計算法に関し、理論的および実験的検討を加え、さらに実橋でのひずみ測定結果と上記計算式を対比し、その妥当性を確めている。以上を総合してヒンジ部の一設計法を提案した。

結論第12章および13章では、それぞれ第1編および第2編の結論をとりまとめて要約している。

論文審査の結果の要旨

プレストレスコンクリート（以下 PC と略称）部材の定着部では、その応力状態、ひびわれあるいは破壊性状はきわめて複雑である。したがってこの定着部の補強はきわめて重要な問題でありながら、解明度の最も浅いものの一つとなっている。本論文は、定着部補強に関し、まだ解明の不十分であるいくつかの

基本的事項について検討考察を行なった結果をのべたもので、とくに重要な結果を列挙すればつぎのようである。

1) わが国でも近い将来その使用が予想される太径高強度ストランドの定着長に関し、普通および人工軽量骨材コンクリートを用いた多くの要因実験を行ない、兩種コンクリートで定着長には有意差のないことを明らかにするとともに、その設計基準値を与えた。また材端とのストランドとコンクリートとの相対変位から定着長を精度よく推定しうる実用式を提示した。理論的考察においては、コンクリートの物理特性を考慮した弾塑性応力解析を行ない、従来の弾性解と比較検討するとともに、合理的な PC 鋼材配置間隔、かぶりなどの決定法について論及した。

2) プレテンション部材が曲げをうけるときの付着応力伝播特性および定着域での鋼材の滑動に関して実験的考察を加え、定着域全域で鋼材の滑動が生ずる場合は部材破壊耐力が減少することを示すとともに、その機構を理論的に追求し、曲げ付着破壊が生ずる場合の部材耐力計算法を提示した。

3) プレテンション方式による実橋桁の端部にしばしばみられる水平ひびわれの発生に関して、その要因効果と防止対策上の諸問題を考察し、また有限要素法による数値解析と水平ひびわれの存在を仮定したモデル解析の結果にもとづき、導入力を分散させることの重要性、鉛直締固めによる補強鉄筋量算定方法、などの設計上重要な提案を行なった。

4) コンクリートの支圧強度に関する要因効果と破壊性状に関して実験的考察を加え、支圧強度算定の理論式を誘導して、従来慣用の実験式に一つの理論的根拠を与えた。さらにこの解析手法をたわみ性支圧板載荷の場合へ適用しうるよう拡張し、内外実験結果と対比し、その高精度を実証した。また補強鉄筋の効果についても理論的考察を加えるとともに、人工軽量骨材コンクリートの支圧強度の設計基準値を多くの実験結果から提示した。

5) 中間切欠き定着部における応力状態の有限要素法による調査結果にもとづき、材端定着理論の適用の可能性、切欠き隅角部に対する補強鉄筋の設計方法などにつき考察を加えた。さらに隅角部応力に及ぼす前方導入力、支点反力などの影響を調べ、切欠き定着部についてもフルプレストレスングとする設計が可能であることを指摘するとともに、その設計計算法を提示した。

6) PC ゲルバー桁ヒンジ隅角部の応力状態を有限要素法を用いて解析し、これを単純理論による基準応力に集中係数を乗じた形の一般性のある実用式で示した。さらにこれらと無筋コンクリート部材の実験よりえられた破壊時の応力集中度との相関から、ひびわれ荷重計算式を誘導し、各種の PC はりの実験結果と対比してその精度の良好を確認した。さらにヒンジ部のせん断破壊機構に関して理論的および実験的考察を加え、PC ゲルバーヒンジ部の一設計法を提示した。

これを要するに、本論文はプレストレストコンクリート部材における定着部の応力および補強に関する基本的事項について、詳細な理論的、実験的研究を行なったものであり、えられた成果はいずれもこの分野の問題解決に役立ち、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。