

氏 名	わた なべ ひろ し 渡 辺 博 志
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3944 号
学位授与の日付	平 成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	正負交番荷重が作用する道路用鉄筋コンクリート棒部材および隅角部のせん断強度に関する実験的研究
論文調査委員	(主 査) 教 授 宮 川 豊 章 教 授 田 村 武 教 授 河 野 広 隆 教 授 井 上 晋

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、正負交番荷重が作用する鉄筋コンクリート構造物のせん断強度の評価法に関する研究をとりまとめたものであり6章から成る。

第1章は序論であり、鉄筋コンクリート部材のせん断耐力ならびにじん性の評価方法についてまとめ、本論文を作成するに至った背景を述べている。

第2章で、鉄筋コンクリート部材のせん断耐力の評価法に関するこれまでの研究をまとめるとともに、設計の実務で用いられてきた照査方法をレビューし、現状で抱えている問題点の整理を行っている。

第3章では、鉄筋コンクリートはり部材に単調増加荷重が作用する場合のせん断抵抗メカニズムについて検討している。特に、鉄筋コンクリート部材のせん断強度の評価において曖昧にされてきた、コンクリートの負担するせん断力について、アーチ機構・ビーム機構・ダウエル作用に区分し、それぞれの寄与について載荷試験結果から評価を行っている。アーチ機構によって負担されるせん断力について、せん断スパン比・コンクリートの圧縮強度・軸力の大きさが与える影響について把握し、アーチ機構によって負担されるせん断力の簡易的な評価手法を明らかにしている。また、過去に実施されたダウエル作用に関する調査結果をまとめるとともに、ダウエル作用によって負担されるせん断力は、アーチ機構によって負担されるせん断力に比べ小さく、コンクリートの負担する全せん断力に対して、20%程度にとどまっており、必ずしも主要なせん断抵抗メカニズムとして機能しないことを明らかにしている。

第4章では、第3章での検討結果をふまえ、正負交番荷重が作用する場合の、せん断力の低下メカニズムについて検討がなされている。

荷重が繰り返し作用する場合、一方向載荷と正負交番載荷の違いについて検討を行い、その最も大きな違いとして、アーチ機構の有効性が異なっていることを明らかにしている。すなわち、主鉄筋の引張降伏を超えた変位振幅で正負交番荷重を作用させた場合では、前載荷ステップで発生する引張側鉄筋のひずみが残留することによってアーチ機構が失われ、このことがせん断耐力の低下の主要因であることを示した。

また、せん断補強鉄筋によって負担されるせん断力が、せん断補強鉄筋の降伏点に対して80%程度までに抑制されれば、せん断補強鉄筋によるコアコンクリートの拘束効果が機能することにより、コンクリートの負担するせん断力がすべて消失するわけではないことを明らかにした。一方、鉄筋コンクリート部材の変形性状について、これまで載荷点変位のみによる評価が行われてきたが、ここでは新たな測定方法を用いることにより、曲げ変形とせん断変形の分離に成功している。これにより、正負交番荷重が作用する鉄筋コンクリート部材の破壊モードを適切に判定できることを明らかにしている。まとめとして、鉄筋コンクリート部材のせん断補強量と変形性能の関係について総括し、正負交番荷重が作用する場合の鉄筋コンクリート部材のじん性算定方法を導いた。

第5章では、まず隅各部にせん断破壊が生じる理由を明らかにしている。隅角部においては、主筋に沿ったひび割れの発生による付着強度の低下に伴い、隅角部せん断パネルに割裂ひび割れが発生し、これにより隅角部の強度低下が生じること

を示すとともに、破壊強度の算定方法を新たに示している。また、隅角部のせん断補強鉄筋の効果について検討を行い、せん断補強鉄筋の効果を検討した隅角部のせん断強度評価方法を示している。一方、せん断補強鉄筋の配置によりせん断強度は増加するものの、正負交番荷重が作用した場合には、せん断補強鉄筋を増加させてもじん性はあまり向上しないことを明らかにしている。これは、荷重の正負交番作用による残留引張ひずみの影響によるものであることを見いだしている。部材の変形性能を算定にあたって隅角部を剛域と仮定する場合には、ハンチ筋を柱・はりの引張主鉄筋と同量配置し、接合部パネルに塑性ヒンジが形成されないようにすることが重要であることを示している。

第6章では、各章で得られた成果を要約している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、正負交番荷重が作用する土木鉄筋コンクリート部材の耐震性能を確保する上で重要となるせん断破壊防止および変形性能向上を目的とした検討をとりまとめたものである。正負交番荷重が作用する鉄筋コンクリート棒部材および隅角部について載荷試験を実施し、その試験結果に基づき、せん断耐力の評価方法について提案がなされている。

前者に対しては、まず単調増加荷重が作用する鉄筋コンクリート部材の載荷試験を実施し、これまでアーチ機構やトラス機構あるいはダウエル作用が混在するため十分には明らかにされてこなかったせん断抵抗メカニズムの解明を行っている。その結果を基に、正負交番荷重が作用する場合の部材のせん断抵抗メカニズムの違いを明らかにし、正負交番荷重作用時のせん断耐力評価方法を提案している。この研究結果により、曲げ降伏後せん断破壊モードへの移行を防止し、所用の変形性能の確保が可能となる。

後者に対しては、隅角部の破壊として、内開きモーメントが作用する場合のせん断破壊が問題であることを示し、接合部パネルの破壊メカニズムを明らかにするとともに、せん断破壊強度の評価方法を新たに示している。また正負交番荷重作用下の隅角部の変形挙動を捉え、隅角部の補強筋の配置方法によるじん性の違いについて検証している。その結果、隅角部接合部パネルのせん断補強鉄筋量を多くしても、その変形性能の改善効果はわずかであること、これに対して適切なハンチ筋の配置が隅角部の剛域を確保する上で最も効果的であることを示している。これまで、明確にされてこなかったラーメン構造の鉄筋コンクリート部材の隅角部の設計法の高度化を実現するものである。

このように、本論文は、土木コンクリート構造物の合理的な設計法の確立に対し、学術上、実務上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成19年2月6日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。