

鋼材とコンクリートのずれ止めの開発とその応用に関する研究

田中, 照久

<https://doi.org/10.15017/1543918>

出版情報：九州大学, 2015, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : 田中 照久

論 文 名 : 鋼材とコンクリートのずれ止めの開発とその応用に関する研究

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、鋼材とコンクリートの接合に用いるずれ止めの設計法の現状の把握と課題の解決に対する一手段として、孔あき鋼板ジベルの抵抗機構を応用した、生産性・施工性の合理化ならびに高剛性・高耐力を有する2つの新しいずれ止めを開発するとともに、その設計法を確立することを目的としたものである。第一のずれ止めは、近年開発された超高強度鋼材に対する孔あき鋼板ジベルの適用である。超高強度鋼材は溶接や塑性加工によって靱性が低下するため、これらを避けなければならない。そこで、母材に直接孔を空けただけの孔あき鋼板ジベルを考案した。このジベルは、超高強度鋼に見合った高いせん断耐力を確保する必要があるため、そのために孔に高強度モルタル製円柱体を配置した。これは従来にない方法であり、「高強度モルタル円柱を用いた孔あき鋼板ジベル」と称する。第二のずれ止めは、一般的な鋼材を対象としたもので、孔あき鋼板ジベルの孔にフランジをつけた新しい形式である。フランジによる支圧抵抗でせん断耐力が大幅に増大するのが特徴である。フランジはバーリングプレスによって容易に製作できる。そこで、本ずれ止めを「バーリングシアコネクタ」と称する。提案する2つのずれ止めについて、それぞれ押抜きせん断実験による基礎研究ならびに合成梁のせん断曲げ実験による応用研究を行い、それぞれについて、十分なずれ止め効果があることを実証するとともに、鋼とコンクリートの応力伝達機構について考察し、せん断耐力の評価式を提案している。本論文は、序論と総括を含めて、全8章で構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的について述べた。

第2章では、高強度モルタル円柱を用いた孔あき鋼板ジベルを対象とした押抜きせん断実験によって、ずれ止めの基本的な力学的特性を確認した。孔あき鋼板ジベルのせん断耐力を増加するには、鋼板厚さ、孔径、コンクリート強度を増大しなければ不可能とされてきたが、本ずれ止めは、鋼板孔に高強度モルタル円柱を配置するだけで、耐力の大幅な向上が図れ、安定した応力伝達性能が得られることを示した。また、孔あき鋼板ジベルの破壊形式ならびにコンクリートの拘束効果を考慮したせん断耐力評価式を提案した。

第3章では、弾性設計・非溶接接合を前提とした超高強度鋼材 H-SA700A の乾式組立梁と鉄筋コンクリート床スラブを、溶接を必要としない方法で孔あき鋼板ジベルにより一体化できる合成梁を考案した。合成梁のせん断曲げ実験により、第2章で提案した高強度モルタル円柱を用いた孔あき鋼板ジベルは孔数を大幅に減らすことができ、特に、せん断スパン内に必要な孔数を空けることができない場合に有効であることを示した。また、本合成梁の孔あき鋼板ジベルに作用したせん断力は、高強度モルタル円柱の有無に関係なく、第2章で提案した耐力評価式によって予測可能である

ことを確認した。

第4章では、バーリングシアコネクタを対象とした押抜きせん断実験によって、ずれ止めの基本的な力学的特性を確認した。バーリングシアコネクタ(鋼板厚さ6mm、バーリング孔内径50φmm)の最大せん断耐力は、バーリングの突起高さとの線形関係にあることを明らかにした。最終破壊は、突起高さ(6~15mm)に関係なく、バーリング円孔側面のコンクリートの二面せん断破壊とバーリングの突起部によるコンクリートの支圧破壊が混合した破壊形式であることを示した。また、バーリングシアコネクタの主な抵抗機構は、コンクリートの二面せん断抵抗と支圧抵抗であると仮定し、その根拠を示すとともに、両者の単純和で表現した最大耐力評価式を提案した。

第5章では、バーリングシアコネクタおよび孔あき鋼板ジベルのコンクリートへの応力伝達機構について、押抜きせん断実験により検討し、各伝達要素(支圧・せん断・付着)の荷重-ずれ変位関係を詳細に分類するとともに、これらの抵抗力の割合を明らかにした。また、複数のずれ止めは、付着作用を考慮すれば、個数の単純和で荷重-ずれ変位関係を評価できることを明らかにし、適正なずれ止め間隔を示した。さらに、繰返し载荷の押抜きせん断実験を行い、残留ずれ変位が急変する点に対応したずれ止めの降伏せん断耐力評価法を提案した。

第6章では、バーリングシアコネクタおよび孔あき鋼板ジベルのコンクリートとのずれ挙動に及ぼす鉄筋の拘束効果について、押抜きせん断実験により検討した。作用せん断力に対して直交方向に配置される横補強鉄筋は、特にバーリングシアコネクタの支圧応力に伴うコンクリートの割裂ひび割れを抑制でき、耐力およびずれ変形性能の改善に寄与することを明らかにした。次に、ずれ止め鋼板の孔内に配置した貫通鉄筋は、ずれ変形性能を大幅に改善できることを示した。さらに、これらの効果は、バーリング数が単数よりも複数の場合、かつ、繰返しせん断力が作用する場合に有効であることを示した。

第7章では、合成梁のせん断曲げ実験により、バーリングシアコネクタおよび孔あき鋼板ジベルを用いた合成梁は、軸径22φの頭付きスタッドを用いた場合と同等以上の曲げ性能を発揮できることを実証し、建築構造への適用は十分可能であることを示した。また、合成梁に用いたずれ止め作用したせん断力は、押抜きせん断実験のせん断耐力と良好に対応することを明らかにした。

第8章は総括であり、第2章から第7章までの各章の結論を要約し、鋼とコンクリートの機械的ずれ止めに対する合理的な設計法のあり方について総括した。