

I-A 440

鋼管桁とコンクリート床版のずれ止めに関する実験

日本鉄道建設公団 正会員 稲葉紀昭

日本鉄道建設公団 正会員 保坂鐵矢

新日本製鐵（株） 正会員 大田孝二

新日本製鐵（株） 正会員 〇西海健二

1. 緒言

筆者らは、鋼管および角鋼管の主桁とコンクリート床版による鉄道用の合成桁橋梁構造の研究を実施している。鋼管および角鋼管とコンクリート床版はスタッドジベルにより結合し、合成桁としての強度を期待しているが、鋼管桁の場合ハンチの形状やスタッドジベルの配置などが通常のプレートガーダーと異なっている。また、角鋼管桁の場合、箱桁と同様に上フランジ部のせん断おくれによるスタッドジベルの荷重分担などが不明であるため、スタッドジベルの押抜試験および数値解析を実施し、ずれ止めの耐力および荷重分担などについて検討を行った。

2. 実験概要

スタッドの押抜試験は、表-1および図-1に示す角鋼管4体および鋼管2体の計6体であり、角鋼管ではスタッドの配置位置および内部コンクリートの有無による影響に着目し、円形鋼管では一重鋼管と二重鋼管の違いに着目し試験体種類を設定した。鋼管の幅厚比（径厚比）は、局部座屈を考慮しない形状（幅厚比・径厚比40以下）とした。これら鋼管にスタッド（ $\phi 13\text{mm}$ 、L80mm）を片側4列、3段（計24本）に配置し、厚さ10cm、設計基準強度 300kgf/cm^2 のコンクリート床版を配置した。なお鋼管とコンクリートとの接触面にはグリースを塗布し、表面付着を除去している。本試験では、ウェブからのせん断応力によるフランジ部のせん断おくれの影響に着目したため、通常実施されるフランジ部を直接載荷する方式ではなく、ウェブ部のみに押抜荷重を載荷する方式とした。

表-1 試験体種類

試験体	鋼管形状	スタッド配置
PS-1	角鋼管 (充填)	ウェブ近傍
PS-2		均等配置
PS-3	角鋼管 (非充填)	ウェブ近傍
PS-4		均等配置
PS-5	二重鋼管	均等配置
PS-6	一重鋼管	均等配置

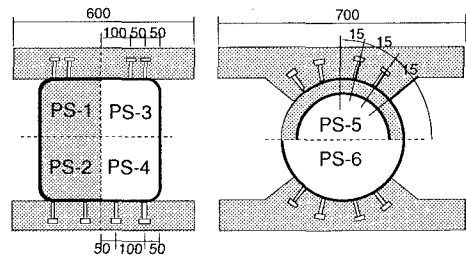


図-1 試験体断面形状図

3. 試験結果

(1) スタッドの耐力

図-2に角鋼管のコンクリート充填試験体により得られた載荷荷重-相対ずれ量関係例を示す。全試験体ともずれ量約8mmで最大耐力に達し、徐々に荷重を低下しており、荷重-ずれ量関係には、スタッドの配置位置および充填コンクリートの有無による有意な差異は認められなかった。表-2に各試験体により得られたスタッド耐力を示す。スタッド耐力は最大耐力をスタッド本数により除した値である。破壊モードは、PS-1はコンクリートの破壊により終局に至ったが、その

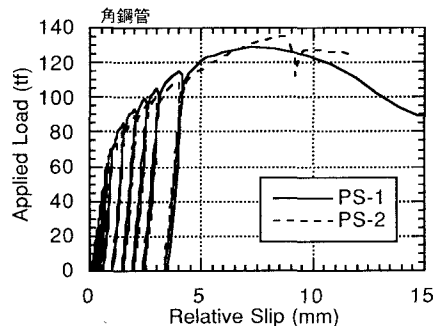


図-2 載荷荷重-相対ずれ量関係

他の試験体はスタッドの破断により最大耐力に達している。

表中に Fisher の式による算定耐力を示すが、実験により得られた耐力とはほぼ一致していることから、幅厚比が40以下の形状においては、角鋼管・鋼管に関わらず、単体のスタッドの累加耐力まで耐力を発揮することが確認できた。

(2) スタッドの荷重分担

図-3 に PS-1, PS-2 の載荷荷重 60tf 時の角鋼管フランジ部（半分）の主ひずみ図を示す。鋼管フランジ部には、ウェブからのせん断応力が作用しており、全体的にウェブから遠い B 列のひずみが A 列のひずみより小さくなっている。PS-1 の鋼板のひずみ分布よりスタッドの作用せん断力を算定した結果を図-4 に示す。載荷荷重 60tf までは、A 列の荷重分担が B 列より 14% 程度高くなっている。しかし、終局状態に近づくにつれてその荷重分担が平滑化していることが確認できた。これは、低荷重レベルではスタッドのずれ剛性が高いため鋼板のせん断おくれの影響が大きい、ずれ剛性の低下に伴い、荷重分担のばらつきが平滑化するためであると考えられる。

4. 数値解析

要素試験の結果、スタッドの配置位置によりスタッドの作用せん断力が異なることが認められた。この荷重分担は板厚およびスタッドの配置間隔・ずれ剛性に依存すると考えられる。そこで、押抜試験結果をもとに有限要素解析法による数値解析を実施した。解析モデルは、鋼管およびコンクリート床版を独立で要素分割し、スタッドをバネモデルに置き換えた。解析および実験により得られた低荷重レベルでのスタッドの荷重分担比（A 列/B 列）を図-5 に示す。実験値の荷重分担比が解析値より高い傾向にあるが、板厚に対するスタッドの間隔が大きくなるほど、荷重分担比が大きくなることが確認できた。

5. 結言

本試験の結果、(1) 幅厚比（径厚比）40 以下の鋼管においては、ずれ止め耐力は個々のスタッド耐力の累加により算定できる、(2) 角鋼管フランジ部に配置したスタッドの作用せん断力は、せん断おくれによりばらつきを生じ、このばらつきは荷重中心からの距離が大きくなるほど増大する、ことが明らかとなった。今後、スタッドの荷重分担を考慮した設計法を構築するためには、スタッドのずれ剛性と鋼板のせん断剛性の比較により検討を行うことが重要であると考えられる。

表-2 試験結果

	最大耐力 (tf)	コンクリート強度 (kgf/cm ²)	スタッド 耐力 (tf)	Fisher 式 (tf)	破壊モード
PS-1	128.75	309	5.365	5.970	コンクリート
PS-2	135.04	311	5.627	5.972	スタッド
PS-3	140.36	338	5.848	5.972	スタッド
PS-4	147.58	372	6.149	5.972	スタッド
PS-5	136.30	384	5.679	5.972	スタッド
PS-6	136.09	380	5.670	5.972	スタッド

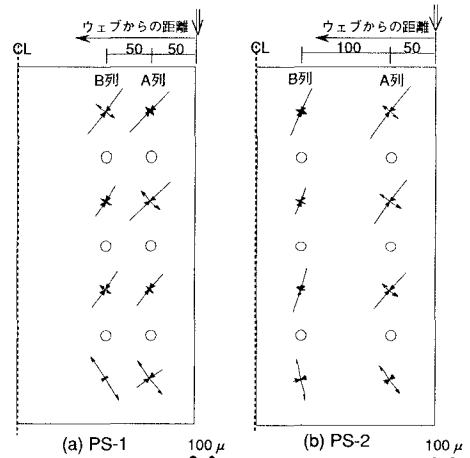


図-3 鋼管フランジ部の主ひずみ図

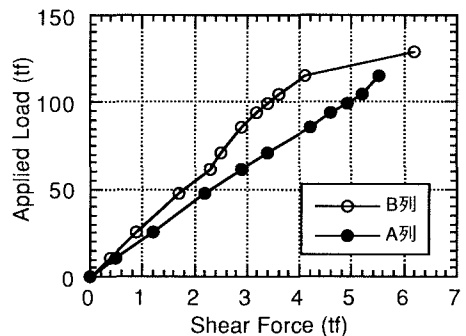


図-4 載荷荷重-スタッドの作用せん断力関係

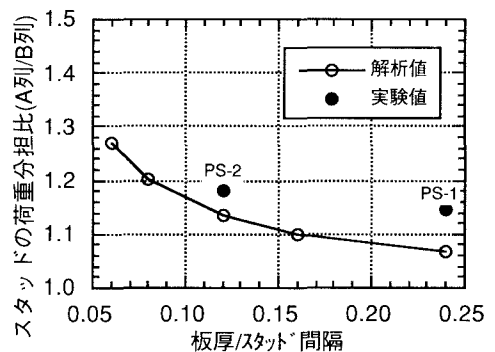


図-5 スタッドの荷重分担比