

# 鋼管ジベルを用いたずれ止めの押し抜き試験

## EXPERIMENTAL STUDIES ON STRENGTH OF SHEAR CONNECTOR USING PIPE DOWELS

中本啓介<sup>1)</sup> 橋 肇<sup>2)</sup>  
 Keisuke Nakamoto Hajime Tachibana

### 1. まえがき

鋼コンクリート合成床版（以下、合成床版）は、高い耐久力および疲労耐久性などの特徴を有しており、安全性や施工性に優れていることから実橋への適用が増えている。

弊社では、図-1に示す鋼管を用いた合成床版（以下、パイプスラブ）を開発<sup>1)</sup>し、合成床版の施工実績を積み重ねている。開発後においても施工実績による性能の改善と詳細構造の事例蓄積、そして製作の合理化を図るための作図システム開発、さらに維持補修用にコンクリートの充填性確認のための非破壊検査技術の研究など各種取組を継続して行っている。

本稿では、開発後の取組の一例として鋼管ジベルの改良について実施した試験について示す。

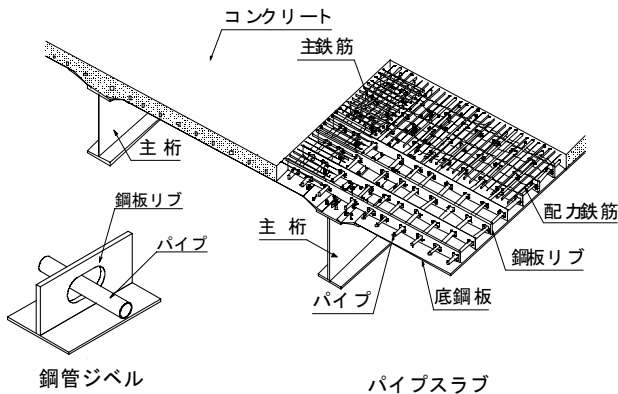


図-1 鋼管ジベルとパイプスラブの構造概要

### 2. 試験概要

パイプスラブでは、図-1に示すように鋼とコンクリートとのずれ止めに、鋼板リブに鋼管を貫通させずれ止め（以下、鋼管ジベル）を採用している。

既往の試験より鋼管ジベルは、スタッドやPBLと同等以上の耐荷力を有し、かつ高い耐久性を確保していることを確認<sup>2)</sup>している。現在、鋼管ジベルは、床版厚に応じて、鋼板リブの長孔φ85×150にφ60.5の鋼管、長孔φ70×125にφ48.6の鋼管をそれぞれ貫通させた2種類を用意している。施工実績より合理的な鋼管ジベルの設計および施工性の向上のため2種類の鋼管ジベルの鋼管をφ48.6に統一することが要望された。そこで、鋼管径を統一するための性能確認試験と

して押し抜き試験を実施した。

供試体の種類を表-1、コンクリートの材料諸元を表-2にそれぞれ示す。供試体は、高さ170mm、板厚16mmの鋼板リブにφ70の円孔を設けたType-1、φ70×125の長孔を設けたType-2、同サイズの長孔に鋼管を貫通させたType-3およびφ85×150の長孔に鋼管を貫通させたType-4の4種類を製作した。供試体の形状寸法と載荷状況を図-2に示す。コンクリートの打込みは正立の状態で行い、鋼とコンクリートの接触面にはコンクリートの付着による影響を排除するために剥離剤を塗布した。さらに、リブの下方には発泡スチロールを設置し、リブ下端の断面が載荷荷重に抵抗しないように配慮した。載荷は、載荷面と支持面が平行を保ち偏心載荷が生じないように調整モルタルを用いてセットし、

表-1 供試体の種類 寸法単位：mm

種類	鋼板リブ	リブ孔形状	鋼管	製作数
Type-1	PL170×16 (SM400)	円孔φ70	配置せず	1
Type-2		長孔φ70×125		1
Type-3		長孔φ70×125	φ48.6×1.8 (700N/mm <sup>2</sup> 相当)	3
Type-4		長孔φ85×150		3

表-2 コンクリートの材料諸元

圧縮強度	$\sigma_{28}=41.1\text{N/mm}^2$
スランプ	10.5cm
空気量	4.4%
セメントの種類	普通セメント
最大粗骨材寸法	20mm
混和剤	AE減水剤

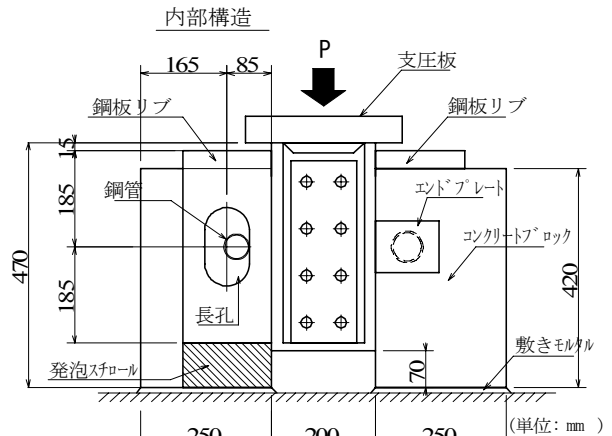


図-2 供試体の形状および載荷状況

1) 技術グループ 技術研究室  
 2) 技術グループ 橋梁設計部 東京設計課

表-3 押し抜き試験結果

供試体	最大せん断耐力 $Q_{max}$ (kN/孔)	最大ずれ量 $\delta_{max}$ (mm)	ずれの急変点 における荷重 $Q_{4mm}$ (kN/孔)
Type1	923.8	3.34	885.8
Type2	1124.7	7.06	1041.5
Type3(平均)	1427.6	11.08	1084.9
Type4(平均)	1504.5	19.59	1187.3

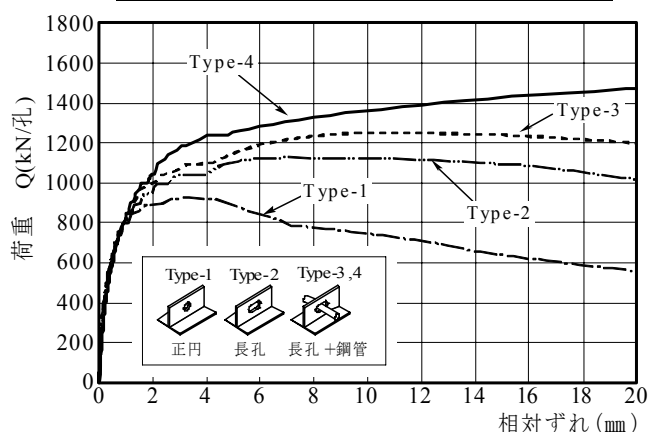


図-3 荷重-相対ずれ関係

5,000kN の静的ジャッキを用いて行った。試験方法は JSSC (案)<sup>3)</sup>に従い、最大変位が 4mm までは荷重制御による漸増繰返し载荷とし、それ以降は変位制御による単調载荷とした。

### 3. 押し抜き試験結果

押し抜き試験結果を表-3 に示す。まず、各供試体について最大せん断耐力とその到達時に発生するずれ量“最大ずれ量”について孔明け鋼板ジベル (以下、PBL) タイプを模した Type-1 と比較を行う。最大せん断耐力は、Type-2 で 1.2 倍、Type-3 で 1.5 倍、および Type-4 で 1.6 倍の耐力を有しており、鋼管を配置することにより PBL の結果と比較すると 1.5 倍以上耐力が増加していることが確認できる。また Type-3,4 の差より、最大せん断耐力は鋼管を配置する長孔形状・面積に関係していることがわかる。

最大ずれ量に着目すると、Type-2 で 2.1 倍、Type-3 で 3.3 倍、および Type-4 は 5.9 倍程度の変形性能を有しており、鋼管を配置することでじん性が向上する構造であることが確認できる。つぎに、残留ずれが最も大きくなる荷重“ずれの急変点”に着目する。ずれの急変点は Type-1 を除いて相対ずれが 4mm 付近にみられた。ずれの急変点における荷重は、Type-1 と比較して、Type-2 および Type-3 で 1.2 倍、Type-4 で 1.4 倍程度であった。リブに設けた長孔に充填されるコンクリートがずれの急変点に関係していることがわかる。

荷重-相対ずれの関係を図-3 に示す。この図に示す曲線は、漸増繰返し载荷の各ステップでの最大値のみをプロットした包絡線である。前述のずれの急変点に関係する、相対ずれの進行が 4mm 以上の荷重に着目する。まず孔形状による挙動の差を Type-1, 2 で確認する。Type-2 の荷重は、ずれの進行に伴い Type-1 に比べて緩やかに増加する傾向にあり、相対ずれが約 7mm を越えると徐々に低下している。鋼管を配置した、Type-3 および Type-4 では、相対ずれの進行に伴い荷重は緩やかに上昇しており、相対ずれが 10mm 以上進行しても荷重の低下が生じない挙動を示した。このじん性向上は、長孔部に配置する鋼管の塑性変形によって得られたと考える。

以上より鋼管ジベルは、孔形状を正円とする従来の PBL 以上の耐力と高いじん性を有していることがわかる。そして、鋼管ジベルのじん性の特徴は、ずれの急変点までの荷重は長孔形状に依存し、ずれの急変点以降は鋼管の変形性能に関係することが確認できた。

### 4. まとめ

本稿では、開発後のパイプスラブ改良の取組例として鋼管ジベルのずれ止め性能試験について示した。今回実施した試験により、鋼管ジベルに用いる鋼管は径を統一しても強度が確保されることについては確認済みである。改良した鋼管ジベルについては、現在実施中の鋼管ジベル疲労試験、既存のデータと併せてパイプスラブの設計・施工マニュアルに追加反映する予定である。

### 5. あとがき

本稿は、土木学会第 66 回年次学術講演会 (平成 23 年) の投稿内容を引用したことを付記します。共同開発会社で構成するパイプスラブ連絡会の方々には執筆にあたり便宜を図って頂きました。試験実施にあたっては長岡技術科学大学実務訓練生の上原繁輝君には多大な作業を行っていただきました。ここに記して謝辞といたします。

#### 参考文献

- 1) 中本啓介, 橘肇: 鋼・コンクリート合成床版「パイプスラブの開発」(第 3 報), 駒井技報, Vol.24, pp.19-27, 2005.3.
- 2) 田中正明, 中本啓介, 大久保宣人, 栗田章光: 鋼板リブと鋼管を用いたずれ止めに関する研究, 第 5 回複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集, pp.251-256, 2003.11.
- 3) 日本鋼構造協会: 頭付きスタッドの押し抜き試験方法 (案) とスタッドに関する研究現状, JSSC テクニカルレポート, No35, 1996.11.