

## 鋼管を用いたずれ止めの押し抜き試験

栗本鐵工所 正会員 田中 正明\* 内田 裕也\*  
 駒井鐵工 正会員 石川 敏之\*\* 橋 肇\*\*  
 片山ストラテック 正会員 大久保宣人\*\*\* 正会員 大山 理\*\*\*

## 1. はじめに

現在、鋼とコンクリートとの接合には、安価で施工が容易な頭付きスタッドが主に用いられている。スタッドは柔なずれ止め分類されており、スタッドの本数を増やすことで水平せん断耐力を確保している。一方、レオンハルトが提案した孔あき鋼板ジベル<sup>1)</sup>（以後、PBL と呼ぶ）は、剛なずれ止め分類されており、貫通鉄筋を設けることによりさらにせん断耐力を増す<sup>2)</sup>。しかし、孔あき鋼板ジベルの最大ずれ量はスタッドのそれと比べて一般に小さく、じん性が小さいずれ止めである。このように、柔なずれ止めではずれ止めの設置数が多くなるという欠点があり、剛なずれ止めでは設置数を減らすことができるが、じん性が小さい、という課題がある。

著者らは、これらの点を解決すべく、長孔あき鋼板と構造用鋼管とを用いた、じん性の大きい剛なずれ止め（以後、鋼管ジベルと呼ぶ）を開発した。本文では、静的押し抜き試験によってその性能を確認した結果について報告する。

## 2. 試験概要

供試体の形状寸法と載荷状況を図-1 に示す。鋼板リブの孔形状と鋼管の設置の有無をパラメータとして、表-1 に示す 3 種類の供試体の試験を行った。リブの断面は全て 180×16mm とし、従来型の PBL 供試体として 70mm の円孔を設けた Type-1 を 1 体、孔形状を 70×150mm の長孔とした Type-2 を 3 体、鋼管ジベルの供試体として Type-2 と同じ長孔に鋼管（60.5×3.2mm）を貫通配置した Type-3 を 3 体、それぞれ製作した。なお、リブと鋼管は溶接などによる固定は行っていない。コンクリート打設は正立の状態で行い、鋼ブロックとコンクリートブロックの接触面には剥離材を塗布した。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。供試体のコンクリートの仕様を表-2 に示す。

試験方法は JSSC の頭付きスタッドの押し抜き

表-1 供試体の種類

単位：mm

種類	鋼板リブ	リブの孔形状	鋼管	製作数
Type-1	180×16 (SM400)	円孔 70	配置せず	1
Type-2		長孔 70×150	配置せず	3
Type-3		長孔 70×150	60.5×3.2 (STK400)	3

表-2 コンクリートの仕様

	設計値	実測値
圧縮強度	$c_k=30 \text{ N/mm}^2$	$c_{28}=41.8 \text{ N/mm}^2$
スランブ	12 cm	12.5 cm
空気量	4.5%	4.8%
セメントの種類	早強セメント	
最大粗骨材寸法	20 mm	
混和剤	AE減水剤	

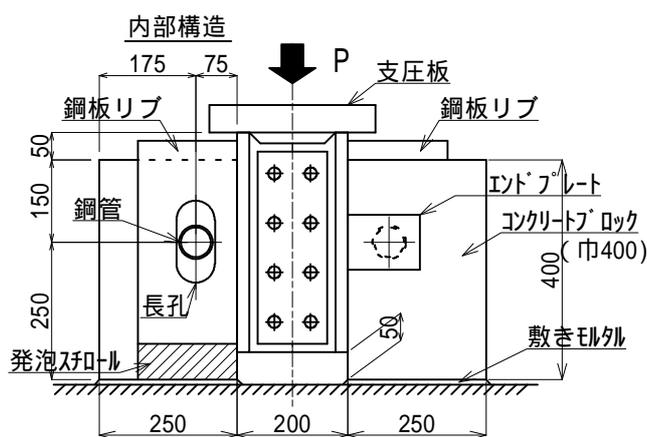


図-1 供試体の形状および載荷状況

キーワード：ずれ止め，鋼管，孔あき鋼板ジベル，押し抜き試験

\* 〒590-0977 堺市大浜西町 2-2

TEL 072-238-9945 FAX 072-225-1254

\*\* 〒293-0011 千葉県富津市新富 33-10

TEL 0439-87-7405 FAX 0439-87-7483

\*\*\* 〒551-0021 大阪市大正区南恩加島 6-2-21

TEL 06-6552-1235 FAX 06-6551-5648

表-3 押し抜き試験結果一覧

供試体	最大せん断耐力	最大ずれ量	限界荷重	降伏荷重	ずれ定数
	Qmax (kN/孔)	max (mm)	Ql (kN/孔)	Qy (kN/孔)	K (kN/孔/mm)
Type-1	389.1	1.79	308.7	315.0	4262.7
Type-2 (平均)	408.9	6.04	218.6	246.0	2196.9
Type-3 (平均)	627.6	50 以上	247.2	297.2	2052.7

試験方法(案)<sup>3)</sup>にしたがい、最大変位が4mm までは荷重制御による漸増繰返し載荷とし、それ以降は変位制御による単調載荷とした。載荷は2,000kN 万能試験機を用いて行った。

### 3. 押し抜き試験結果

押し抜き試験の結果を表-3 に示す。Type-1 のせん断耐力は Leonhardt らの提案式<sup>1)</sup>により算出した予測値(367kN)とほぼ一致する結果となった。Type-2 のせん断耐力の平均値は Type-1 をやや上回る結果であった。Type-3 の試験では3 供試体とも、最大ずれ可能量(50mm)までずれが進行しても荷重の低下が生じず、試験の続行が不可能となった。それゆえ、表-3 における最大せん断耐力は、試験打ち切り時の値である。しかしこの時点でもせん断耐力は Type-2 に比して1.5 倍以上の値を示しており、鋼管を貫通配置させたことによって耐力が著しく増加している。

次に、荷重 - 相対ずれの関係を図-2 に示す。この図に示す曲線は、漸増繰返し載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。Type-2, 3 については、それぞれ3 体の試験結果のうち、最大せん断耐力が2 番目に大きい供試体の結果を示している。

Type-3 の試験では、荷重 - 相対ずれ関係の変曲点までは Type-1 と同様なずれ挙動を示しているが、その後ずれが50mm に達しても荷重の低下が生じず、荷重が緩やかに上昇しながらずれが進行するという現象がみられた。このじん性向上は、鋼管が塑性変形することによって得られたと考えられる。

4. まとめ

本研究では、従来の孔あき鋼板ジベルの孔形状を長孔として鋼管を貫通配置した鋼管ジベルを提案し、静的押し抜き試験の実施により、せん断耐力およびじん性の大きさを確認した。さらに現在、本鋼管ジベルに対する押し抜き疲労試験を実施して、疲労耐久性の検証を行っているところである。

なお、本鋼管ジベルは、駒井鉄工・片山ストラテック・栗本鐵工所の3 社で開発中の、鋼・コンクリート合成床版(パイプスラブ)に採用されている。

【謝辞】鋼管ジベルに対する押し抜き試験を行うに際し、大阪工業大学の栗田章光教授ならびに園田恵一郎教授に御指導を頂いた。ここに記して謝辞といたします。

### 【参考文献】

- 1) Fritz Leonhardt et al.: Neues, vorteilhaftes Verbundmittel für Stahlverbund-Tragwerke mit hoher Dauerfestigkeit, Beton-und Stahlbetonbau, 1987
- 2) 保坂鐵矢他：孔あき鋼板ジベルのせん断特性に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.46A, 2000
- 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の現状, JSSC テクニカルレポート, No.35, 1996.11

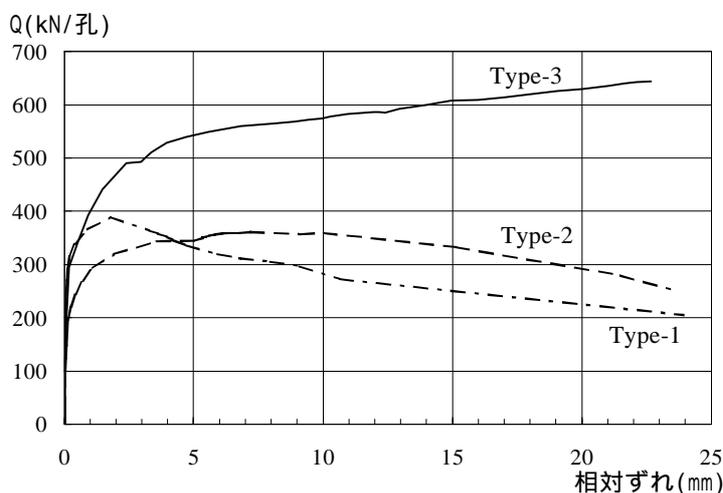


図-2 荷重 Q - 相対ずれ関係