

V-549

埋込長の短いスリッパ方式ジベルのせん断耐力に関する実験的研究

清水建設(株) 土木本部	正会員	妹島 淳生
清水建設(株) 土木本部		若林 雅樹
清水建設(株) 技術研究所	正会員	長谷川俊昭
東京ガス(株) 生産技術部		川村 佳則
三井建設(株) 土木本部	正会員	渡辺 宗樹

1. はじめに

大規模な地下構造物の建設に際し、円筒形の連続地中壁（以下連壁と称す）を仮設の山留壁として用いる事例が増えているが、この型式では構造物全体の浮上がりに対する安定性を確保するため、浮上がり抵抗重量の一部として連壁の重量を考慮する場合がある。この場合、内部掘削の後、連壁内部に構築される円筒形の側壁は、連壁とジベル筋などにより剛結合されるのが一般的である。しかし、側壁コンクリート打設後の水和熱放散による収縮変位（半径方向変位）を連壁が拘束するため、側壁コンクリートには円周方向の引張力が生じやすい。そこで、側壁の半径方向変位を拘束しないようにジベル筋をスリッパーとし、さらに施工性の向上を図り、かぶりの中に収まるよう埋込長を短くしたジベル筋（以下ショートジベルと称す）について検討した。スリッパーとしたことにより、側壁～連壁間にすきまが生じる可能性があるため、すきまがある場合のショートジベルのせん断耐力と耐荷機構および破壊モードを明らかにするための実験を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

ジベル筋：丸鋼φ38，SR295

コンクリート：設計基準強度 $f'_{ck}=510\text{kgf/cm}^2$

2.2 試験体および載荷方法

試験体の形状寸法を図-1に示す。試験体は3ブロックにより構成され、ブロック間にジベルを各々2本ずつ設置した。試験体の製作に際しては、①中央のブロックに4本のジベルを後打ちで打設後、②両側部のコンクリートを打設した。中央のブロックのジベル埋込部はエポキシ樹脂により固定、側部のブロックのジベル埋込部は付着防止テープを巻いてスリップする構造とした。ブロック間にはすきま d を設け、実験中これを一定に保持するため両側部のブロックを鋼材で固定させた。この鋼材は、中央のブロックに接触しないようにした。荷重は単調載荷とし、ジベルにせん断力を作用させた。

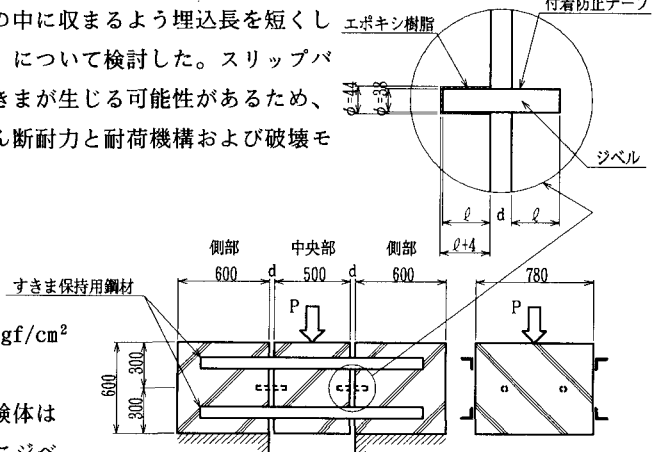


図-1 試験体の形状寸法

2.3 実験ケース

すきま、埋込長をパラメータとして、表-1に示す5ケースとした。埋込長の長いロングジベルは橋梁の鋼棒ストッパーの設計基準⁽¹⁾に従い、埋込長を 6ϕ とした。

2.4 測定項目

荷重、ジベルのひずみ、垂直および水平のブロック間相対変位、破壊状況などである。

表-1 実験ケース

試験体	すきま d (mm)			ジベル埋込長 ℓ (mm)	ℓ/ϕ	着目点
	5	20	35			
S1	○			80	2.1	すきまによる差異
S2		○		80	2.1	
S3			○	80	2.1	
S4		○		228	6.0	ロングジベルを想定
S5		○		80	2.1	パイロット試験

3. 実験結果および考察

表-2 実験結果一覧表

	S1	S2	S3	S4	S5
ジベル平均降伏荷重 P_{syA} (ton)	23.8	16.0	14.4	22.1	18.0
コンクリート圧壊荷重 P_{cu} (ton)	40.5	30.4	31.1	46.6	30.4
ひびわれ発生荷重 P_{cr} (ton)	55.8	37.3	なし	51.5	35.2
最大荷重 P_{max} (ton)	56.4	37.4	31.1	51.5	35.2

表-2に実験結果一覧を、図-2に荷重と垂直相対変位との関係を示す。各ケースともジベルが曲げ降伏して、埋込部コンクリートの表面部がジベルの支圧により圧壊した後最大耐力を示した。その後さらに載荷を続けると試験体全体にわたるひびわれが発生し垂直相対変位が急激に増大した。

3.2 ロングジベルのせん断耐荷機構の考察

図-3にロングジベルの上縁、下縁のひずみ分布を、降伏までの3段階について示す。図-3よりジベルには軸力が発生しておらず、両端固定ばりの材端に強制変位を与えたような曲げモーメントが生じていることがわかる。これは前出の鋼棒ストッパーの設計基準における仮定と一致している。同基準では、曲げモーメントと荷重の関係は $M=0.5H \cdot e$ とし、このとき $e=d+0.5\phi$ としてジベルの発生応力度を算定するが、降伏時の荷重 H_y とジベルの抵抗モーメント M_y から自由長 e を求めると、 $e=d+1.0\phi$ となった。なお、 H はジベル1本あたりの荷重とした。（ $H=P/4$ 本）

3.3 ショートジベルのせん断耐荷機構の考察

図-4にショートジベルの上縁、下縁のひずみ分布を、降伏までの3段階について示す。図-4よりジベルには軸力が発生しておらず片持ばりの先端に強制変位を与えたような曲げモーメントが生じていることがわかる。これは埋込長が短いためスリップ側の固定度が低いと考えられる。片持ばりと考え、曲げモーメントと荷重の関係は $M=H \cdot e$ となり、降伏時の荷重 H_y とジベルの抵抗モーメント M_y から e を求めると、図-5に示すように $e=d+0.5\phi$ と考えられることがわかった。

4. まとめ

実験の結果、ショートジベルは片持ばりとしての耐荷機構を持ち、破壊はぜい性的ではないことがあきらかになった。ショートジベルは施工面で優れた特徴があるので、円筒形の連壁と側壁のジベルのほか、既設構造物の補修時の後打ちコンクリートとの一体化など、広い適用範囲が考えられる。しかし、今後、ショートジベルの一般化を図るためには、コンクリート強度やジベル径をパラメータとした実験や繰り返し載荷実験などを行い、その性状の把握を進めていく必要がある。

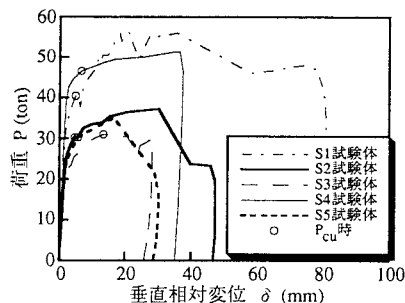


図-2 荷重と垂直相対変位の関係

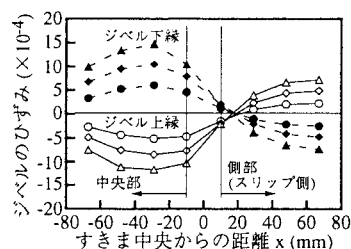


図-3 ロングジベルのひずみ分布

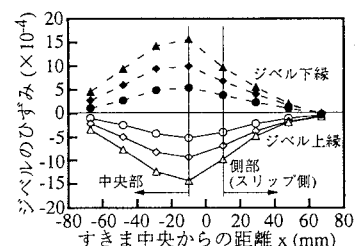
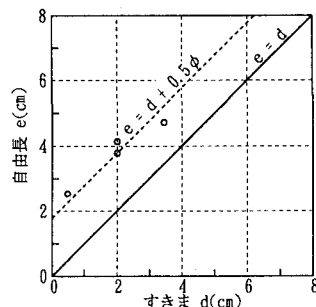


図-4 ショートジベルのひずみ分布

図-5 ジベル降伏時のすきま d と自由長 e の関係

【参考文献】(1)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物設計基準