

形状の異なる立体トラス型ジベルを用いた合成はりの曲げ特性

九州大学 学生員 ○端 浩志 九州大学 正 員 太田俊昭
清水建設㈱ 正 員 興石正巳 九州大学 正 員 手島義純

1. まえがき 立体トラス型ジベルを有する合成構造は、底部鋼板とコンクリートとを立体トラス型ジベルで強固に合成一体化したものであり、著者らのこれまでの一連の研究によって、種々の優れた力学特性を有することが明らかにされた。この種の構造系においては、その力学特性に影響を与えるファクターの1つに立体トラス斜材のなす立体角が挙げられる。そこで、ここでは立体トラス型ジベルの形状に関する設計指針を得るため立体角を種々変化させた合成はりの静的曲げ破壊試験を行い、曲げ変形特性、破壊形式、トラス斜材のせん断分担率、せん断ずれ性状などについて考察を行うことにする。

2. 実験概要 供試体としては、図-1に示す立体トラス型ジベルの立体角 α を3段階(45° 60° 75°)に変化させたものを各2体、加えて $\alpha=45^\circ$ 60°に関してはスターラップでせん断補強を行ったものを3体、合計9体作製した。立体角 α に応じた、立体トラス型ジベル付合成はりの断面諸元を図-2、図-3、図-4に示す。荷重載荷位置は、曲げを対象とした試験であるので、供試体中央部に2点線載荷し、載荷方法は鋼板が降伏した状態で荷重を一度下げ、その後破壊するまで漸増載荷する方法を用いた。次に測定項目は以下に示すとおりである。

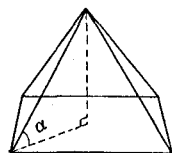
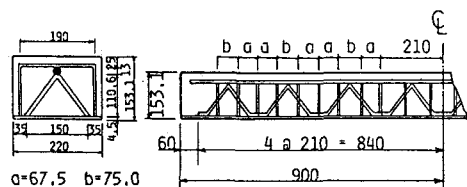


図-1 トラス型ジベルの立体角

図-2 $\alpha=45^\circ$ N0.3 供試体の諸元 UNIT(mm)

- ① コンクリート上面のひずみ
- ② 鋼板のひずみ
- ③ トラス型ジベルのひずみ
- ④ 中央点および 1/4 地点のたわみ
- ⑤ 垂直方向の鋼板とコンクリートの開き量
- ⑥ 水平方向の鋼板とコンクリートのずれ量
- ⑦ 側面高さ方向のコンクリートのひずみ
- ⑧ 各荷重段階におけるクラック幅

また、コンクリートは呼び強度 400 kg/cm²、スランプ 8.0 cm、粗骨材の最大寸法 20 cm のレディーミクストコンクリートを用いた。その配合は表-1に示すとおりである。

3. 実験結果と考察 表-2に各種供試体の破壊形式および破壊荷重を示す。供試体の破壊形式は載荷幅、スターラップの有無により、(1) 底部鋼板が降伏した後、最大曲げモーメント部のコンクリートが圧縮破壊ひずみに達して耐力を失う曲げ圧縮破壊形式、(2) 斜め引張りびわれの傾斜角が、荷重の増大にしたがって小さくなり、圧縮応力をうけるコンクリートの厚みが薄くなることにより最終的にその部分のコンクリートが圧縮破壊して耐力を失うせん断圧縮破壊、(3) 斜め引張りびわれが直線的に発達

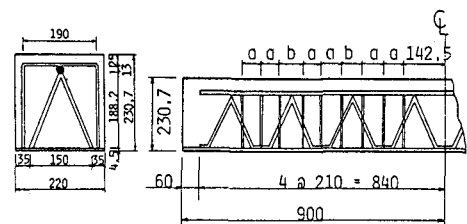
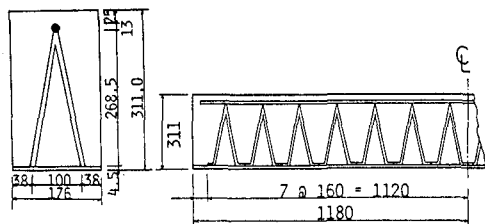
図-3 $\alpha=60^\circ$ N0.2 供試体の諸元 UNIT(mm)図-4 $\alpha=75^\circ$ N0.2 供試体の諸元 UNIT(mm)

表-1 コンクリートの配合

呼び強度 (kg/cm ²)	スランプ (cm)	粗骨材 最大寸法 (mm)	水セメン ト比 (%)	細骨材 率 (%)	単位量 (kg/m ³)			
					水	セメント	細骨材	粗骨材
400	8	20	38	41.0	179	471	710	1089

し急激に破壊するせん断破壊の3形式に分類される。 $\alpha = 75^\circ$ で、曲げ圧縮破壊、 $\alpha = 60^\circ$ で、曲げ圧縮破壊もしくはせん断圧縮破壊、 $\alpha = 45^\circ$ で、曲げ圧縮破壊もしくはせん断破壊が見られた。また曲げ圧縮破壊した各供試体の破壊荷重と限界状態設計法による曲げ設計耐力の比はいずれも 1.0 をこえており、立体角の大きな方が多少その比が大きくなる傾向にある。

図-5は立体角の異なる供試体のたわみ性状を比較したものである。ここに、 M ：発生モーメント M_u ：理論破壊モーメント δ ：たわみ L ：スパン長である。各供試体とも初期クラック発生時に剛性が変化し、破壊荷重近傍でたわみが大きく伸びており、RC構造の様に急激に耐力を失う様子は見られず靱性に富む本構造特性が実証された。

また、設計荷重時におけるたわみは、 $L/3400 \sim L/1030$ 程度であることが判明した。なお、設計荷重は活荷重合成はりと考え鋼板にひずみが 380μ ($\sigma = 800 \text{ kg/cm}^2$)発生したときの荷重とした。

図-6は底部鋼板のひずみ性状を示したものであり、 M/M_u が同一のときには、 $\alpha = 75^\circ \ 45^\circ \ 60^\circ$ の順に大きなひずみが発生している。

図-7にトラス型ジベルのひずみ性状を示す。ここに、 V ：作用せん断力 V_{yd} ：設計せん断耐力である。この図からコンクリートとトラス型ジベルのせん断力の分担率は、クラック発生時に変化し、トラス型ジベルのせん断力の分担効果は、 $\alpha = 75^\circ \ 45^\circ \ 60^\circ$ の順に大きくなることが判明した。

図-8に底部鋼板とコンクリートの水平ずれ性状を示す。ここに、 Z ：相対ずれ量(mm) Z_0 ：限界残留ずれ量(=0.075mm)である。また、各供試体のずれ限界耐力 V_c 、設計モーメント時の作用せん断力 V_d 、およびその比 V_c/V_d を表-3に示す。以上より、トラス型ジベルの設計せん断耐力に対するずれ止め効果は、 $\alpha = 75^\circ \ 60^\circ \ 45^\circ$ の順に増大していることが判明した。また、曲げ部材として設計した際には底部鋼板とコンクリートの水平ずれに対して 2.9 ~ 4.5 程度の安全率を確保していることが確認された。

表-2 破壊形式および破壊荷重

供試体	載荷幅	破壊形式	破壊荷重	理論破壊荷重	実験値/理論値
TSC 75°	No.1 16cm	曲げ圧縮破壊	18.24t	16.199t	1.126
	No.2 16cm	曲げ圧縮破壊	18.00t	16.199t	1.111
TSC 60°	No.1 16cm	せん断圧縮破壊	20.00t	19.066t	(1.049)
	No.2 16cm	曲げ圧縮破壊	22.10t	20.120t	1.098
	No.3 21cm	せん断圧縮破壊	21.00t	19.733t	(1.064)
	No.4 21cm	曲げ圧縮破壊	22.15t	20.823t	1.063
TSC 45°	No.1 16cm	曲げ圧縮破壊	13.33t	12.250t	1.088
	No.2 36cm	せん断破壊	14.02t	14.087t	(0.995)
No.3	36cm	曲げ圧縮破壊	14.97t	14.710t	1.017

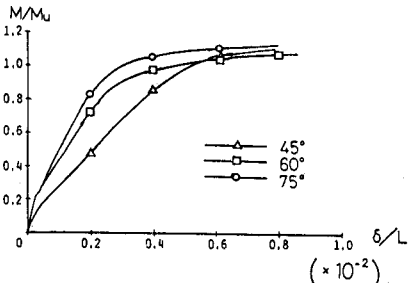


図-5 スパン中央のたわみ性状図

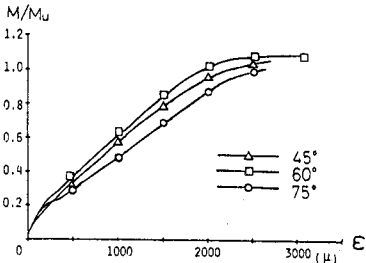


図-6 底鋼板のひずみ性状図

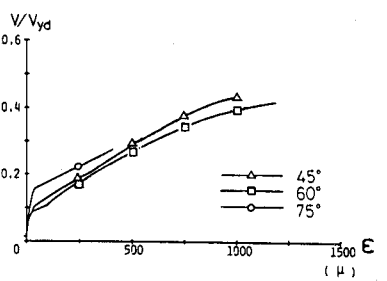


図-7 トラス型ジベルのひずみ性状図

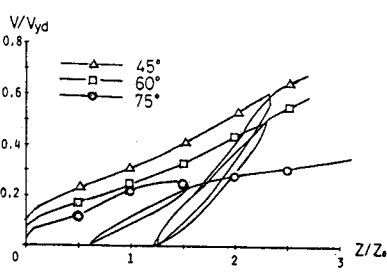


図-8 接合面の相対ずれ性状図

表-3 ジベルのせん断耐力の検討

立体角 α	作用せん断力 V_d	ずれ限界耐力 V_c	安全率 V_c/V_d
45°	1.59 t	4.70 t	2.96
60°	2.10 t	5.76 t	2.87
75°	1.25 t	5.69 t	4.55