

I-507

高力ボルトを用いたずれ止めのせん断特性に関する実験的研究

日本道路公団 正員 池田 博之 大中 英揮
(株)横河ブリッジ ○正員 明橋 克良 正員 佐々木 保隆

1. まえがき

一般にプレキャスト床版と主桁との締結方法としては、スタッドジベルを用いることが多い。しかし、将来の取り替えを考慮した場合、スタッドジベルによる締結は、取り替え時の施工性に問題を残すことが報告されている。スタッドジベルに関する研究および実験^{1), 2)}は、諸外国をはじめわが国においても数多く行われ設計基準がまとめられているが、高力ボルト締結に関する資料は少なく、使用するにあたっては、そのせん断特性を把握しておく必要がある。本報告は、プレキャスト床版と主桁との締結方法として高力ボルトを用いることを提案し、押し抜きせん断実験を実施して高力ボルトのせん断耐力、せん断ばね定数等の基礎的な構造特性を明らかにし、実橋への適用に対する検討を目的とするものである。

2. 実験方法

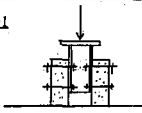
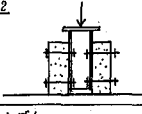
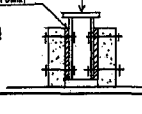
(1) 供試体概要

高力ボルトの押し抜きせん断実験供試体は、鋼桁部を模擬したH形鋼(H-250×250×9×14×750mm)、プレキャスト床版を模擬したコンクリートブロック(560×250×750mm)、および高力ボルト(M16(F8T), L=320mm)から構成されている。高力ボルトの配置は、実橋のボルト配置を考慮し平均距離500mmの千鳥配置としている。コンクリートブロックのボルト孔位置は、直径φ50mmの箱抜きとし、高力ボルト締め付け後、アンカープレートからグラウト注入し充填した。

表-1 押し抜きせん断実験ケース

(2) 実験ケース

実験ケースは、コンクリートのクリープによる高力ボルト軸力の低下を考慮し、設計軸力100%、60%について行った。軸力低減率40%は、文献³⁾を参照した。また、鋼桁とプレキャスト床版との隙間に施工が容易となるゴム材料を使用することの可能性を検討するため、ネオプレンゴム(厚さ10mm, 硬度60)を挿入した実験も合わせて行った。押し抜きせん断実験ケースを表-1にまとめて示す。実験は、各供試体について2体ずつ行った。

	実験ケース	実験目的	備考
高力ボルト 押し抜きせん断 実験	Case-1 	・設計軸力100%導入時のせん断ばね定数の把握 ・高力ボルトM16(F8T)のせん断耐力の確認	・高力ボルトのせん断耐力は残留ずれ量0.08mm(0.031inch)より算出する
	Case-2 	・コンクリート床版のクリープによる軸力低下時のせん断ばね定数の把握 ・高力ボルトM16(F8T)のせん断耐力の確認	・軸力低減40%は、文献1)による 1) 阿部英彦 鉄道用合成木のずれ止めに関する実験的研究 1975年3月
	Case-3 	・床版と主桁の隙間にゴム材料を使用することの可能性を検討する ・ネオプレンゴム(t=10mm)導入時のせん断ばね定数の把握	・ネオプレンゴム(t=10mm)の硬度は60とする

3. 押し抜きせん断実験結果

図-1～3に各実験ケースの荷重-変位曲線を示す。表-2に押し抜きせん断実験より得られた高力ボルト(M16(F8T))1本あたりの終局せん断耐力とせん断ばね定数を示す。

(1) 限界せん断力

限界せん断力は、文献^{1), 2)}を参照すると、残留ずれ量0.08mmに相当するせん断力と定義される。設計軸力100%を導入したCase-1では、37.5～39.7kN、

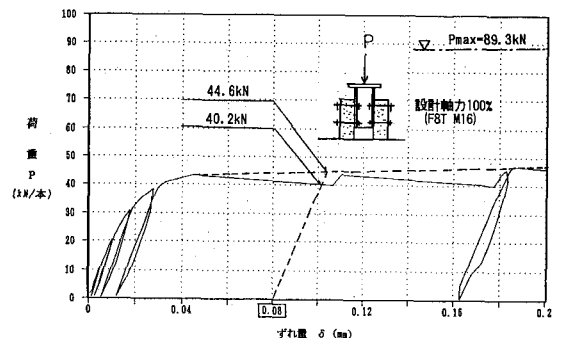


図-1 荷重-ずれ曲線（設計軸力100%、ゴムなし）

設計軸力を60%に低減したCase-2においては26.5～29kNとCase-1に比べ約25%小さい値を示しており、導入軸力の差が生じている。コンクリートブロックと鋼桁の間にネオプレンゴムを挿入したCase-3は12.5kNと極端に小さい値となった。これは、ネオプレンゴムのせん断変形が初期の荷重状態で加わるためであり、残留ずれ量0.08mmに対しては高力ボルトに対するせん断力の伝達はほとんどないものと思われる。

（2）終局せん断耐力

終局せん断力は、高力ボルトの破断する最高荷重に相当するせん断力と定義される。導入軸力、ネオプレンゴムの影響に関わらず全ての供試体において約90kN程度の値を示しており、本実験で用いた高力ボルト（M16（F8T））の材料試験結果から得られた引張強度137kNから推定されるせん断強度80kN（引張強度の $1/\sqrt{3}$ として算出）よりやや大きめの値となる。これは、高力ボルトのせん断破壊が若干の曲げ変形をともなっているためと推定される。しかし、高力ボルトの破断に対する検討は、引張り強度から推定することで安全側の値となる。

（3）せん断バネ定数

高力ボルト1本当たりのせん断バネ定数は、残留ずれ量0.08mmに相当するせん断荷重とずれとの勾配として与えられる。Case-1, Case-2とも約19600kN/cm（2000tf/cm）程度であり、導入軸力による差は認められない。従来の非合成桁に用いられるスラブアンカーφ13のせん断バネ定数は、既往の実験結果によると500tf/cm程度と報告されており、高力ボルト（M16（F8T））はスラブアンカーと比較し、十分なせん断剛性を有していることが確認された。ネオプレンゴムを挿入したCase-3については、挿入しないCase-1, Case-2に比べかなり小さい値を示した。

参考文献

- 1) Viest, I.M.: Investigation of Stud Shear Connector for Composite Concrete and Steel T-Beams, Journal of the American Concrete Institute, April 1956, pp.857-891
- 2) 中井 博：プレキャスト床版合成桁橋の設計・施工, 1988年5月
- 3) 阿部英彦：鉄道用合成桁のずれ止めに関する実験的研究, 鉄道技術研究報告No. 961, 1975年3月

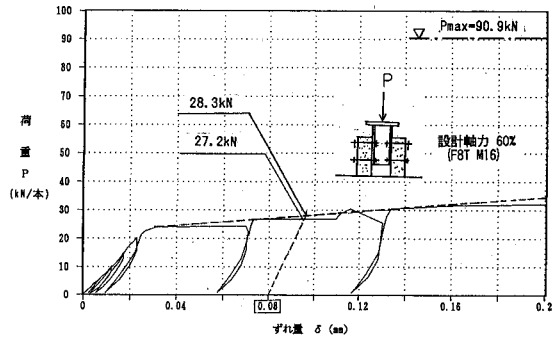


図-2 荷重-ずれ曲線（設計軸力 60%, ゴムなし）

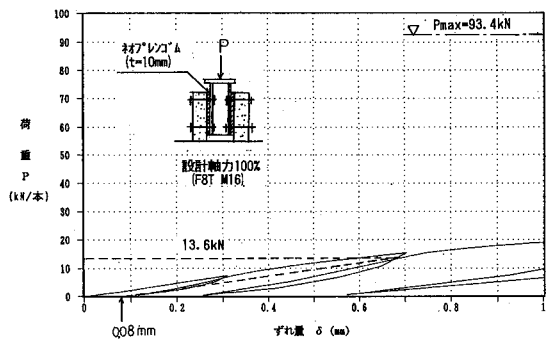
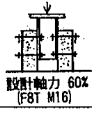
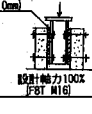


図-3 荷重-ずれ曲線（設計軸力100%, ゴム有り）

表-2 高力ボルトせん断特性

実験ケース	試験体 No.	限界荷重 Qs (kN/本)	せん断バネ定数 Ks (kN/cm/本)	破断荷重 Pmax (kN/本)
case-1  設計軸力100% (F8T M16)	No. 1	34.8	34.8	23304
	No. 2	40.2	44.6	18583
	平均値	37.5	39.7	20944
case-2  設計軸力 60% (F8T M16)	No. 3	25.7	29.7	23447
	No. 4	27.2	28.3	17688
	平均値	26.5	29.0	20568
case-3  設計軸力100% (F8T M16)	No. 5	11.4	11.4	271
	No. 6	13.6	13.6	227
	平均値	12.5	12.5	249