

CS-168

せん断プレストレス合成桁の非線形ずれ解析

宮崎大学大学院 学生員 道下誠司 宮崎大学工学部 正会員 今井富士夫
 (株) 富士ビークル 正会員 徳光 卓 宮崎大学工学部 正会員 中澤隆雄

1. まえがき 徳光らが考案したプレキャストコンクリート床版と鋼桁から成る合成桁は、床版と鋼桁を高力ボルトにより摩擦接合し、加えて外荷重とは逆向きに作用するせん断応力を予め導入（以下、せん断プレストレスと称す）することにより、せん断破壊抑制をより向上させるというものである。これらの効果については既に耐荷力試験などによって実験的に実証されている¹⁾。本報告は、積層化剛体ばねモデルを採用して²⁾、本モデルの適用性とこのような合成桁の応力性状を解析的に明らかにすることを試みたものである。

2. 解析モデル 解析に使用した合成桁を図-1に示す。この合成桁は徳光らが先に耐荷力試験に使用した供試体で、実験でのせん断プレストレス導入までの施工過程は以下になる。

①鋼桁の図心軸より上に設置されたP C鋼棒に30.6tfの緊張力を導入する。

②鋼桁上面にプレキャストコンクリート床版を設置し、鋼桁との間に無収縮モルタルを注入する。

③モルタル硬化後に、高力ボルトに一本あたり14.3tfの軸力を導入して鋼桁と床版の摩擦接合を図る。

④鋼桁と床版を一体化させた後に、先に導入したP C鋼棒によるプレストレスを除去する。

載荷試験は中央点から20cm離れた箇所に2点集中荷重とした。載荷試験時において、高力ボルト一本あたりの導入軸力はモルタルのクリープやボルトのレラクゼーションなどにより、12.2tfと低減していた。

3. 解析モデルおよびばね特性

解析モデルは対称性を利用して桁左半分を解析対象とし、要素分割は、高さ方向に関しては各構造要素ともに1つの要素とし、材軸方向には37分割とした。また、それぞれの構造要素の積

層数は、鋼桁については8層（上下フランジは各1層、腹板は6層）、モルタルと床版では2層とした。また、解析での高力ボルト一本あたりの導入軸力は、載荷試験時の12.2tfとした。

材料値は実験で得られた表-1の値を採用し、鋼とコンクリートの非線形特性は道路橋示方書を参考にし、モルタルに関してもコンクリートと同様であると仮定した。材料が異種となる鉛直方向ばねでは、床版とモルタル間については両者の弾性係数から得られたもの³⁾を、モルタルと鋼桁間の鉛直方向ばねには剛性の弱いモルタルの弾性係数を、ずれ変形を示す水平方向ばねには、2面せん断試験⁴⁾により得られた値を採用した。モルタルと鋼桁間のせん断カーズレ関係は降伏後に塑性流れを呈するバイリニア型モデルとした。

4. 解析結果および考察 図-2は高力ボルト締め付け時の接合面の支圧応力と支圧応力による接合面せん断強度を示したものである。ここで、せん断強度は2面せん断試験から得られた次式を用いる。

$$\tau_v = \mu \sigma \quad (1)$$

ここに、 τ_v はせん断強度、 σ は支圧応力で、 μ は摩擦係数で $\mu = 1.76 - 0.678 \times \log(\sigma / \sigma_v)$ となり、 σ_v は

キーワード：プレキャスト合成桁、せん断プレストレス、摩擦接合、剛体ばねモデル、ずれ挙動

住所：〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1 TEL：0985-58-2811 FAX：0985-58-1673

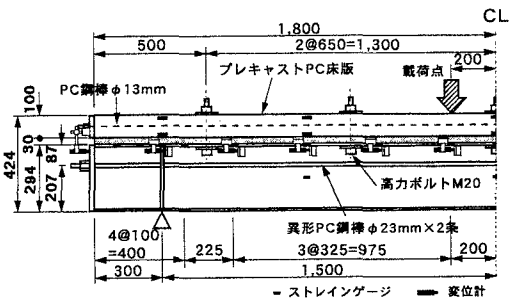


図-1 実験供試体

表-1 材料特性

	弾性係数(kgf/cm ²)	ポアソン比	圧縮強度(kgf/cm ²)
コンクリート	3.4×10^5	0.167	510
モルタル	2.3×10^5	0.167	459
鋼 桁	2.1×10^6	0.3	3000

圧縮強度、 (σ/σ_c) は百分率である。しかし、式(1)によるせん断強度を使用した場合、解が十分でなかったため、せん断強度を0.7倍にして解析を行った。

高力ボルトによる支圧応力には高い集中が見られ、その分布幅は30cm程度となっており、せん断強度分布も高力ボルト締め付け位置中間部や支点から桁端部にかけてのせん断強度はないものとなっている。

図-3は合成桁を高力ボルトにより一体化した後にせん断プレストレスを導入したときの接合面に関するせん断応力分布を示したものである。実験でのせん断応力は桁端部付近から約100cm位置まで緩やかに分布しているのに対し、解析では鋼桁とモルタル間に肌離れが生じ、桁端部付近ではせん断応力は存在せず、せん断応力は桁端部から40cm～80cmの狭い区間に分布し、50cmの位置に高いピークを示すものとなっている。ここで生じたせん断応力は上載荷重によるものとは逆向きのせん断応力となり、これによりせん断耐荷力を向上させることができる。

図-4はせん断プレストレスを導入した供試体についての桁端部接合面ずれ曲線である。2つの実験値は桁の両端のものである。実験値と解析値の初期傾き、ならびに実験値に対する左桁端部のずれ挙動は解析値とほぼ一致している。しかし、右桁端部のずれ挙動に関しては35tfで大きなずれ変形が生じており、解析値と一致しない。これは、供試体のずれ変形が桁右半分に偏ってしまったためと思われるが、最大荷重に対するずれ量は解析値におよそ一致している。

図-5はせん断プレストレス導入の有無に対する解析値の桁端部接合面ずれ曲線の比較である。せん断プレストレスを導入した場合のずれ耐力は34tf、導入していない場合は24tf、と明らかにせん断プレストレスがずれ破壊抑制に有効であることが判る。

5. まとめ 以上の結果を要約すると、以下ようになる。

- (1) 2面せん断試験から得られたせん断強度を0.7倍することにより、本解析は実験でのずれ挙動を表現できる。
- (2) 高力ボルトによる支圧応力は局部的に発生するので、高力ボルトの配置法の検討が必要となる。
- (3) せん断プレストレスは接合面ずれ破壊抑制に有効である。

【参考文献】

- 1) 徳光卓 他3名：コンクリート工学年次論文報告集、第19巻、第2号、pp.1395-1400、1997
- 2) 中島章典 他3名：土木学会論文集、No.537/1-35、pp.97-106、1996.4
- 3) 川井忠彦・竹内則雄：離散化極限解析プログラミング：培風館、1990
- 4) 立石健二 他3名：土木学会西部支部研究発表会、pp.886-887、1996

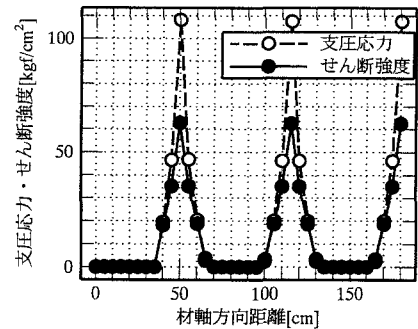


図-2 ボルト支圧による支圧応力とせん断強度

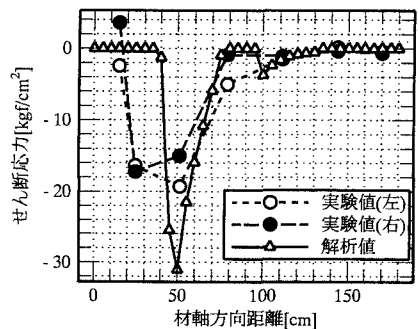


図-3 せん断プレストレス導入による接合面せん断応力

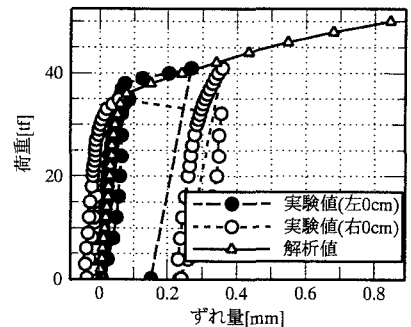


図-4 荷重-ずれ曲線（実験との比較）

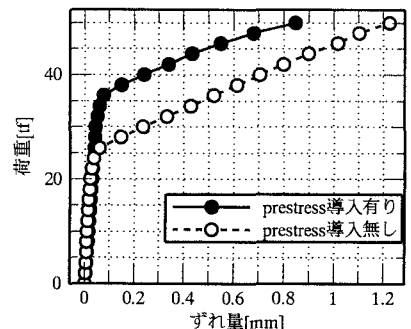


図-5 荷重-ずれ曲線（プレストレスの効果）