

摩擦接合された鋼・コンクリートの接合面摩擦性状に関する解析的研究

宮崎大学大学院 学生員 神坂 昌志 宮崎大学 正会員 今井 富士夫
九州工業大学 正会員 山崎 竹博 九州工業大学 正会員 出光 隆

1. まえがき

近年、鋼とコンクリートから成る少主桁合成桁が多く建設され、床版支間の増大により PC 床版の使用が増加することは明らかである。本研究で対象としている合成桁はずれ止めとして従来のジベル工法ではなく、鋼桁と PC プレキャスト床版の取付けや取替えが容易となる高力ボルトによる摩擦接合工法を検討したもので、本報告では解析に使用する摩擦係数などの適用性を検討するために、鋼とコンクリートの接合面の二面せん断試験から得られたデータ^{1), 2)} との解析と実験の比較検討を行った。

2. 解析モデルと解析概要

本研究では解析法として剛体ばねモデル³⁾を適用しており、解析対象は文献 2) の鋼板表面が黒皮状態のもので、図-1 に要素分割を含めた解析モデルを示す。要素は平面応力モデルとし、鋼板やコンクリート、モルタルは材料試験から得られた係数を採用し、鋼板とモルタルの接触面の諸値は二面せん断試験²⁾ から得られたデータを基に入力した。垂直ばね係数は圧着

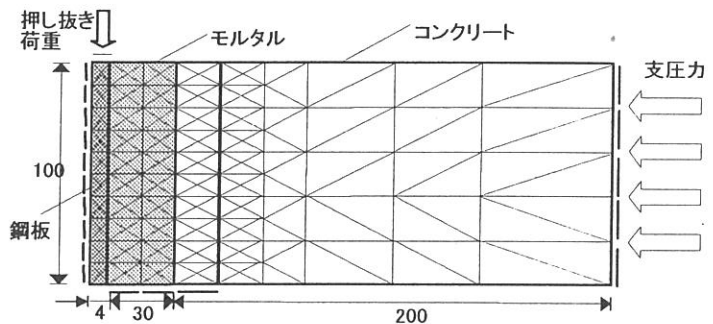


図-1 解析モデル (mm)

条件を満足するように 1.0×10^6 (N/mm²)/mm とし、せん断ばね係数は二面せん断試験より 5.0×10^2 (N/mm²)/mm とした。接合面の鋼板とモルタル間における支圧応力とせん断強度の関係については、初期すべり時について提案されている黒皮のときの $\bar{\tau}_u = 0.59\sigma + 4.64$ (%)を採用した。接合面の非線形材料性状は、垂直ばねでは引張の場合には垂直およびせん断ともにその剛性と応力は0となるものと仮定し、せん断ばねはせん断強度に達した場合、せん断剛性は0になり摩擦式からのせん断強度は維持されるものとした。

3. 解析結果

図-2 は文献 1) と 2) での鋼板を黒皮で接合した荷重—ずれ曲線の実験と今回の解析結果を图示したものである。図中の実験○○などの数値は入力支圧応力を示したもので、実験 49 は 4.9 N/mm^2 の支圧応力下の供試体となる。いずれの支圧応力についても実験と解析はほぼ一致するものの、実験での急激なずれは十分には表現できていない部分もある。

解析では、終局時まで鋼材やモルタル、コンクリートには塑性化した部分はみられず、ずれ挙動の非線形性は接合面のせん断ばねの塑性化によるものとなっていた。例えば、支圧応力 4.9 N/mm^2 の場合であると、入力せん断応力 2.4 N/mm^2 で非荷荷側の底部でせん断ばねが降伏し、その後順次荷荷側に向かってせん断ばねの降伏が進行して、終局に至

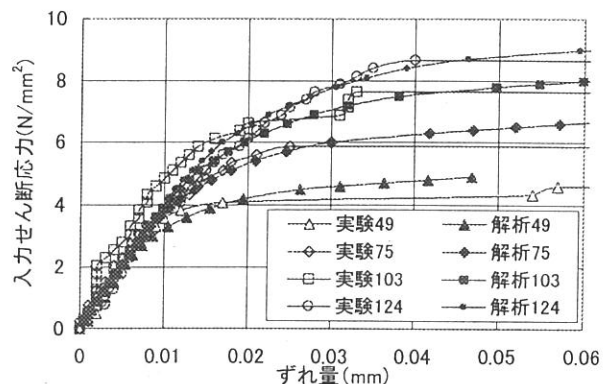


図-2 荷重ずれ曲線

っていた。

図-3は支圧応力 4.9N/mm^2 のときのせん断ばね係数を変化させたときの入力せん断応力に対するずれ曲線を示したものである。実験から得られたばね係数は上述したように、 $5.0 \times 10^2 (\text{N/mm}^2)/\text{mm}$ である。図から明らかなように、ばね係数はせん断強度には影響しないものの、ずれ量に大きな差異をもたらすものとなっている。このことから、せん断ばね係数は解析で重大な因子となることが判る。

図-4は実験と解析の摩擦係数の関係を図示したもので、解析結果は、実験から得られた結果とほぼ同等な摩擦係数を示している。

図-5と図-6は支圧応力 4.9N/mm^2 のときの接合面の支圧応力とせん断応力の分布を示したものである。支圧応力は押し抜き荷重の作用により、非載荷側の底部では減少し、載荷側の頂部では大きく増加している。これはモルタル・コンクリート部に曲げ変形が生じているためである。

せん断応力も同様とはなっておらず、低荷重では底部がやや大きくなっており、その後の荷重増加に対して、せん断ばねの塑性化により底部せん断応力の増加はなく、頂部のみが増大している。

しかしながら、ばねの降伏は頂部には生じておらず、荷重増加による支圧応力の低減によって、接合面の降伏は底部から頂部へと拡大して終局に至っている。

実験から得られた摩擦式は供試体断面の平均応力から得られたものであったが、その式は解析での細かな要素の応力-ひずみ構成則に適用できることが明らかとなった。

4. まとめ

本研究から明らかになった結果を要約すると、以下のようになる。

- (1) 二面せん断試験より得られた摩擦式は解析に有効である。
- (2) 二面せん断試験の初期勾配より算出されたばね係数を用いることで、実験のずれ量を表現できる。

参考文献

- 1) 徳光卓：九州工業大学博士論文、1999
- 2) 池口 他4名：土木学会西部支部研究発表会、2003
- 3) 川井忠彦、竹内則夫：離散化極限解析プログラミング、倍風館

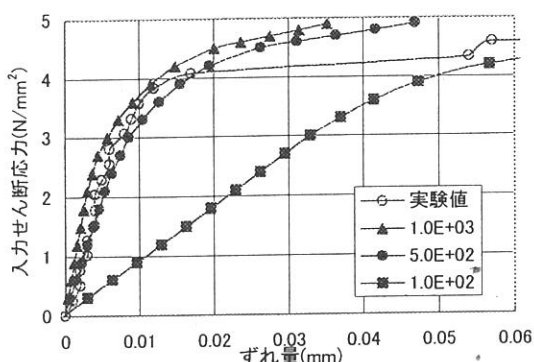


図-3 荷重ずれ曲線

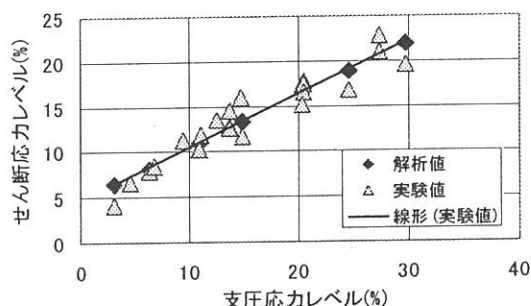


図-4 実験値との比較

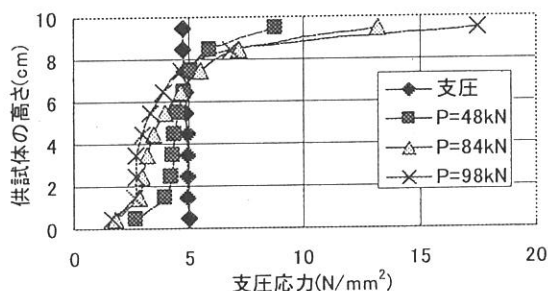


図-5 支圧応力の分布

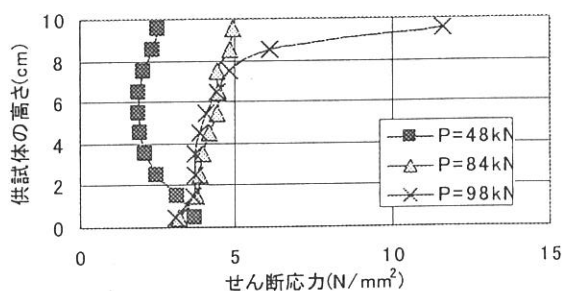


図-6 せん断応力の分布