

## 摩擦接合された鋼とモルタルの接触面の摩擦係数

宮崎大学工学部 学生員 阿南 忍  
富士ピー・エス 正 員 徳光 卓

宮崎大学工学部 正 員 今井富士夫  
宮崎大学工学部 正 員 中澤 隆雄

**1.はじめに** 鋼桁とプレキャストPC床版から成る合成桁では、接触面に発生するせん断応力によるずれ破壊を抑制することが重要となる。今井らはせん断プレストレスが導入された合成桁の解析を行い、その結果を徳光らが行った実験<sup>2)</sup>と比較したところ、接触面の支圧応力に対するせん断強度の関係、すなわち摩擦係数が未だ十分には解明されていないことを明らかにした<sup>1)</sup>。そこで、本報告では、山崎らが行った2面せん断試験<sup>3)</sup>をモデルに有限要素法による解析を行い、支圧応力下での摩擦係数について検討する。

**2.解析モデルと解析概要** 山崎らが行った2面せん断試験を図-1に示す。実験は右端の油圧ジャッキにより、供試体に一定軸力を導入した後に、中央鋼板を押し抜くものである。対象とする合成桁にはPC床版が使用されているため、鋼桁との間にモルタルが注入されている。そこで、2面せん断試験でも同様な条件となるように、鋼板とコンクリートの間に薄いモルタル層を配置した。

解析では鋼やモルタルならびにコンクリートは8節点アイソパラメトリック要素を用い、接触面は厚さの無い分布ばねを採用した。分布ばねのばね係数は圧着条件を十分に満足するように軸方向ばねは  $1.0 \times 10^8$  (kgf/cm<sup>2</sup>)/cm とし、せん断ばねは  $1.0 \times 10^6$  (kgf/cm<sup>2</sup>)/cm とした。

実験では水平軸力を接触面面積で除した平均支圧応力に換算した 49, 75, 103, 124, 150kgf/cm<sup>2</sup> の入力支圧応力を作用させた。この実験から得られた接触面の支圧応力とせん断応力強度の関係は以下のようになった。

$$\tau_u = \mu \sigma \cdots \cdots \cdots (1)$$

$$\mu = 1.76 - 0.678 \log(\sigma / \sigma_u) \cdots \cdots \cdots (2)$$

ここに、 $\tau_u$ はせん断強度、 $\sigma$ は支圧応力、 $\mu$ は摩擦係数、 $\sigma_u$ は圧縮強度であり、支圧応力レベルである  $(\sigma / \sigma_u)$  は百分率である。

**3.解析結果および考察** 一般に式(2)の摩擦係数は一定として設計されている。図-2は入力支圧応力のうち、49kgf/cm<sup>2</sup>と150kgf/cm<sup>2</sup>について、実験と解析結果を示したもので、摩擦係数は式(2)で示すものに加えて、一定摩擦係数  $\mu = 0.6$  と  $0.9$ <sup>4)</sup>の2つについても解析を行った。ここで、入力せん断応力とは鋼板の押し抜き荷重Pを断面積で除したものである。入力支圧応力が低い場合には  $\mu = 0.6$  に、入力支圧応力が高いものでは  $\mu = 0.9$  に、実験で得られたずれ耐力と大きな差異が見られる。このことから、入力支圧応力が存在するときの摩擦係数は一定としては不十分なものと云えよう。よって、以下では式(2)の支圧応力に依存する摩擦係数を用いて解析を行った。

5つの入力支圧応力について解析を行い、そのときに

キーワード：合成桁、プレキャストPC床版、摩擦接合、摩擦係数、ずれ挙動、2面せん断試験

連絡先：〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1 宮崎大学工学部土木環境工学科

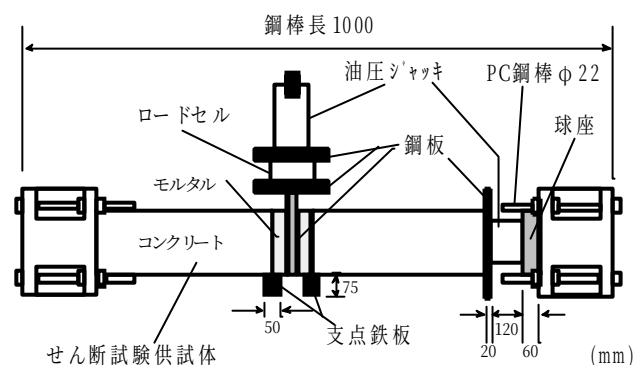


図-1 2面せん断試験の概要

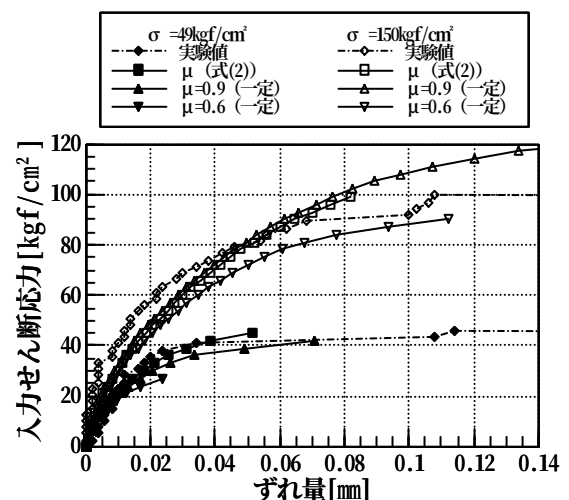


図-2 摩擦係数の比較

得られた摩擦係数を整理してみると、図-3のような結果が得られた。図から明らかなように、入力支圧応力  $49\text{kgf/cm}^2$  のときに摩擦係数が1.0を越えるものがみられる。

そこで、摩擦係数が1.0を越える場合には、 $\mu=1.0$  とする  $\mu \leq 1.0$  の条件を導入した補正を考えた。

図-4は入力支圧応力  $49\text{kgf/cm}^2$  と  $75\text{kgf/cm}^2$  について、摩擦係数の補正の有無と実験の比較したものである。入力支圧応力  $75\text{kgf/cm}^2$  の場合には、 $\mu$  はほぼ1.0以下にあるので、ずれ変位に多少の差異は生じるものの、ずれ耐力には補正の有無の影響は生じていないようである。入力支圧応力  $49\text{kgf/cm}^2$  の場合には、終局時近傍のずれ変位や耐力の両面から、摩擦係数の補正は必要であると考えられる。

図-5と図-6は、摩擦係数に補正を施したときの、入力支圧応力  $49\text{kgf/cm}^2$  の支圧応力とせん断応力分布の解析結果である。

まず、支圧応力の変化についてみると、押し抜き荷重が作用すると、載荷側（供試体上縁）に局部的に大きな圧縮応力が生じており、この傾向は入力値が大きくなるにつれて顕著となる。これによって、非載荷側（供試体下縁）での発生支圧応力は入力軸力を平均化した支圧応力を下回るものとなった。

一方、せん断応力は押し抜き荷重の載荷初期には供試体の上下縁に大きなせん断応力が生じており、中間部は平均入力せん断応力に達していない。しかしながら、入力値が増加するにつれて、下縁はほぼ一定となり、上縁のせん断応力が増大する傾向を示している。この現象は支圧応力の低い下部からせん断降伏していくためである。この破壊過程では、下縁から順次塑性化していった。

**4.まとめ** 本報告では摩擦接合された鋼とモルタルの接触面の摩擦係数を実験と解析の比較により検討した。以上の結果を要約すると以下ようになる。

- (1) 摩擦係数は固定した値よりも2面せん断試験の結果から得られた摩擦係数とすべきである。
- (2) ただし、摩擦係数は  $\mu \leq 1.0$  とする。

**謝 辞** 本研究を遂行するにあたり、有益な実験データやご助言をいただいた九州工業大学の出光先生ならびに山崎先生に感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 今井 他：構造工学論文集 Vol.45A, pp.1489-1496、1999
- 2) 徳光 他：コンクリート工学年次論文報告集、第19巻、第2号、pp1395~1400、1997
- 3) 山崎 他：平成3~5年度科学研究費補助金試験研究 (B)(1)研究成果報告書、pp18~31、1994
- 4) 山崎 他：コンクリート工学年次論文報告集、第14巻、第2号、pp779~784、1992

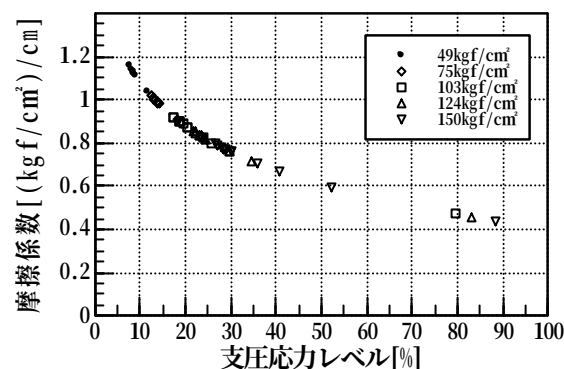


図-3 摩擦係数と支圧応力レベルの関係

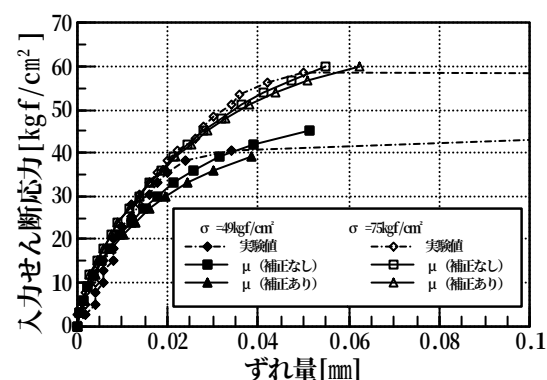


図-4 摩擦係数の補正

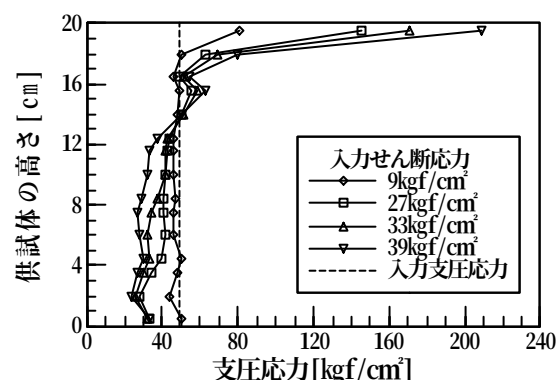


図-5 接触面の支圧応力分布

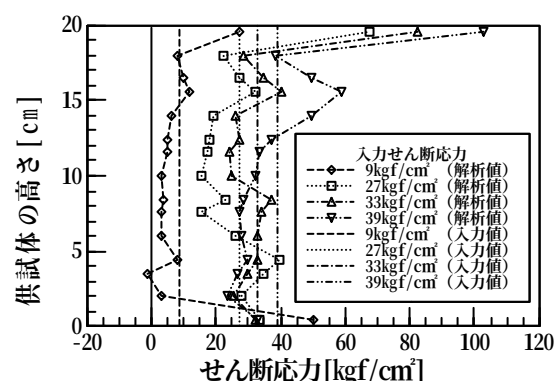


図-6 接触面のせん断応力分布