

RC 腹板に摩擦接合されたRC ブラケットのすべり解析について

宮崎大学 学生員 ○伊藤 一智 宮崎大学 正会員 今井 富士夫
オリエンタル建設(株) 渡辺 宏明 宮崎大学 正会員 中澤 隆雄

1. まえがき

既設 RC 橋梁の補強工法の 1 つである外ケーブル工法での外ケーブル定着体（以下、RC ブラケット）は、PC 鋼棒などの締め付けによりコンクリート腹板に摩擦接合されるが¹⁾、設計仕様での摩擦係数は 0.5~0.8 と幅があり、その適用の詳細には触れていないようである^{2), 3)}。本研究はこのような常時水平力が作用する摩擦接合された RC ブラケットの設計仕様の確立を目指すもので、ここでは、接触機能を用いた FEM（MARC-K7）による解析の妥当性を実験とにより確認し、その後に摩擦接合された RC ブラケットのすべり挙動を解析で得られた結果により考察する。

2. 解析概要

昨年度、図 - 1 に示すような供試体を用いた実験を行ってきた。底部コンクリートは RC 桁の腹板を想定したものであり、RC ブラケットと底部コンクリートの接合面は無処理とした。解析には 8 節点立体要素を用い、締め付け力は図に示すように RC ブラケットの上面に集中荷重として与えた。次に、ケーブル張力を想定して RC ブラケットの側面中央に水平力を漸増させるが、解析は変位制御で行う。このとき、底部コンクリートは完全不動とした。解析モデルの材料定数は実験結果から得られたものを用い、弾性係数は $3.0 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 、ポアソン比は 0.2 とし、両材料間の摩擦係数は 0.56 で付着力はないものとした⁴⁾。

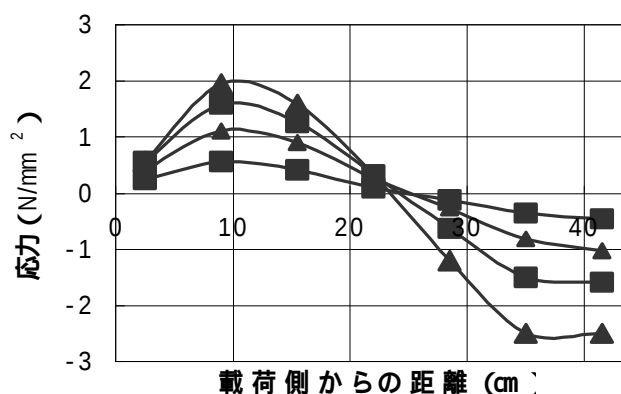
3. 解析結果

以下の図で、W は締め付け力の総和を、H は水平力を示すものである。

(1) 水平荷重による滑り挙動

締め付け後に水平荷重を漸増载荷した時の接合面ずれ曲線を図 - 2 に示す。図に示すように、締め付け力は 200kN~600kN までの 3 ケースで、摩擦係数から算出される締め付け力に対する水平耐荷力は表 - 1 のようになる。実験ならびに解析で得られた水平耐荷力はほぼ一致しており、表 - 1 の計算耐荷力とも合致している。

ずれ挙動について解析と実験を比較すると、耐荷力近傍の滑り挙動には多少の違いがあり、実験ではなだらかに変化するが、解析では耐荷力直前までは緩やかな挙動を示し、突然の急激な変異で耐荷力に至っている。しかし、W=200kN を除くと、ほぼ両者の差異はないと云えよう。W=200kN の実験で、初期水平荷重時に挙動が大きく乱れているのは、接合面を無処理としたため、一様な接触とはなっていないことに起因するものであると考えられる。



(b) 実験結果

図 - 3 鉛直方向応力 (中央面)

表 - 1 締め付け力と水平耐荷力

締め付け力	水平耐荷力
200 kN	112 kN
400 kN	224 kN
600 kN	336 kN

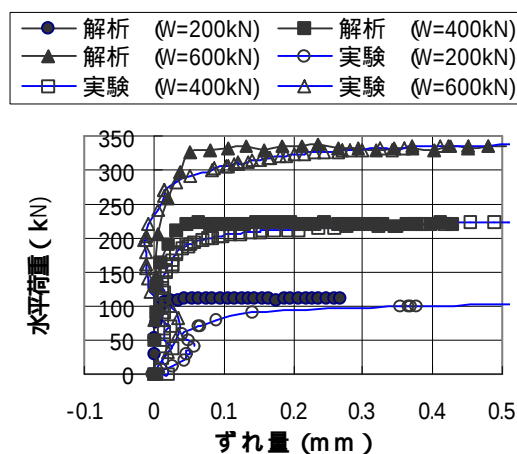


図 - 2 水平荷重 - 接合面ずれ曲線

キーワード：RC ブラケット、摩擦接合、摩擦係数、すべり解析、外ケーブル

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 TEL 0985 - 58 - 7324

（２）鉛直方向応力分布

ここでは応力に関する解析結果を検討する。実験との比較では応力が比較的安定している高さ中央について行った。図 - 3 がその結果であり、水平荷重に対する RC プラケットの応力挙動を確認するために、締め付け力によって生じた応力を除去したものとされている。このときの締め付け力は 400 kN である。

解析結果は実験との若干の差異はあるものの、ほぼ応力分布を表現できていると云えよう。この線上では曲げモーメントは理論的には 0 となるが、図から明らかなように、締め付け点に正負のピーク値が発生するような応力が生じている。

図 - 4 は接合面の鉛直方向応力を図示したもので、偏心水平荷重による曲げ影響が最も大きいところである。高さ中央線に比べると傾向は逆となり、締め付け区間には応力はあまり発生せず、両側面にのみに応力の発現がみられる。H=200kN の場合での偏心曲げによる応力は理論的には両端に $\sigma = 4.7\text{N/mm}^2$ が発生するが、解析値では 1.5 倍の値となる。

（３）せん断応力

図 - 5 は接合面での RC プラケット内部中央でのせん断応力を示したものである。締め付け時には締め付け区間にはせん断応力は発生せずに、その外側に広がりに対応する応力が生じている。水平荷重荷重に対しては、非載荷側に向かうせん断応力の増加が認められ、その増加率は材軸方向にほぼ一様となっていることが判る。H=100kN からは載荷側には浮き上がりが生じるために応力は増加していないが、非載荷側では締め付け時の応力が大きく、H=200kN による計算平均応力 $\tau = 1.4\text{N/mm}^2$ に対して 3 倍近いせん断応力が発生している。

４．まとめ

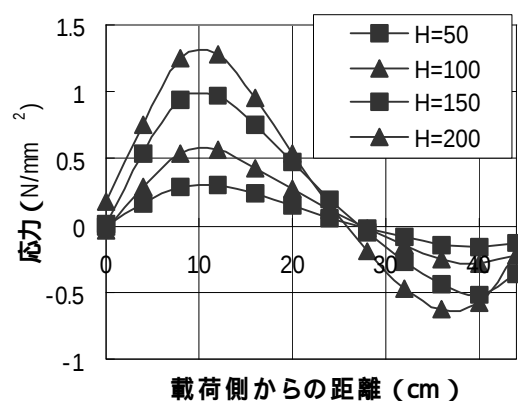
今回の解析から得られた結果を要約すると次のようになる。

- (1) 解析は実験をほぼ表現できている。
- (2) 実験および解析で得られた水平耐荷力は摩擦係数と締め付け力との積で得られた計算耐荷力と一致する。
- (3) 水平力によって生じる応力は非載荷側で、水平力によって平均的に算出された計算応力に比べて、大きなものとなる。

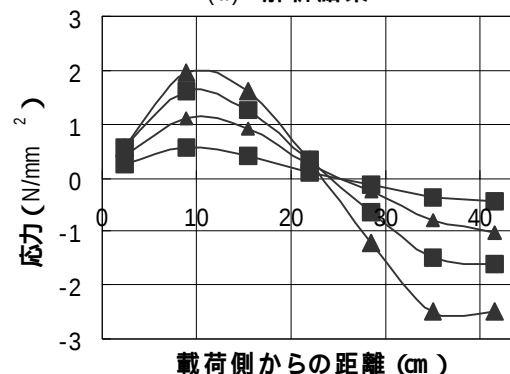
今後の課題としては、解析の整合性を確認するためのさらなる実験との比較および荷重に対する発生応力や摩擦係数などの詳細な検討が必要である。

参考文献

- 1) 永井淳一ほか：曽根高架橋ほか 2 橋の橋梁補強工事，プレストレスコンクリート，vol.37 No.6，pp.42 - 51，1995.11
- 2) (社)プレストレストコンクリート建設業協会：外ケーブル方式によるコンクリート橋の補強マニュアル，1998
- 3) (社)プレストレストコンクリート技術協会：PC 橋の耐久性向上のための設計・施工マニュアル，1997
- 4) 今井 他：コンクリート工学年次論文集，Vol.25，2003（投稿中）



(a) 解析結果



(b) 実験結果

図 - 3 鉛直方向応力 (中央面)

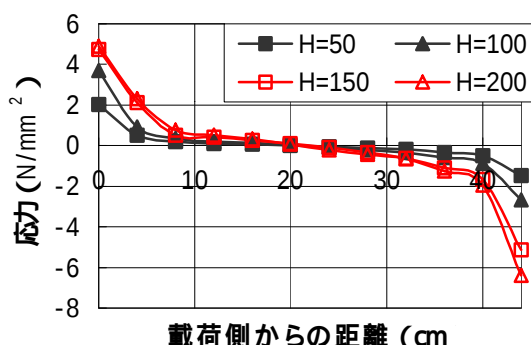


図 - 4 鉛直方向応力 (接合面)

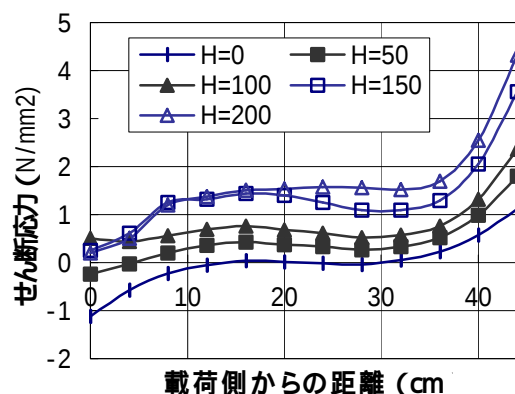


図 - 5 せん断応力 (接合面)