

鋼と充填コンクリートの剥離を考慮した鋼製橋脚柱の基礎的解析

信州大学大学院 学生会員 岩本 直樹
 信州大学 正会員 清水 茂

1. はじめに

鋼製橋脚柱の充填コンクリートは本来力学部材ではないが、阪神大震災の経験から力学的に効果があることがわかり、以後積極的に鋼製橋脚柱へコンクリートの充填がなされてきた。またコンクリート充填によって鋼製橋脚柱の耐震性能が向上したという数多くの研究が発表された。それらの研究のうち、数値解析によるものは、ほとんどが鋼と充填コンクリートが完全に付着していることが前提であった。実験的研究においても、鋼と充填コンクリートの剥離挙動をどのように測定しデータを得るかは明確な基準がなく、評価が難しい。しかし、鋼とコンクリートの剥離が生じれば、力の伝達の点で不利になることが予想できるなど、その影響を無視することは望ましくない。そこで、本研究は鋼とコンクリートが剥離した場合の力学的挙動を推定するための基礎研究と位置づけ、剥離を前提に数値解析をおこない、その影響を観察した。

2. 解析手法

数値解析に汎用有限要素解析ソフト LISA を用いた²⁾。

検討の対象とする角型鋼製橋脚柱のモデル概略を図-1 に示す。寸法は $1000\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 4000\text{mm}$ である。板厚は 10mm とし、コンクリート充填高さは 1500mm である。鋼は SM490 を想定しヤング率 200GPa 、ポアソン比 0.3 である。充填コンクリートのヤング率は 31GPa 、ポアソン比 0.167 とした。橋脚柱の基部にあたる下面は完全拘束であり、上面に強制変位を与えた。強制変位は柱軸を圧縮する方向、および水平方向に与えた。初期たわみなどの初期不正については考慮していない。

要素は鋼部材には 4 節点薄肉シェル要素を、充填コンクリート部は 8 節点ソリッド要素を用いた。また、鋼と充填コンクリートの剥離をモデル化するために、本研究ではリンク要素を用いた。鋼と充填コンクリートのそれぞれの節点間にリンク要素を挿入し連結することで剥離状態を再現する。このリンク要素は次のような条件でコントロールされている。(i) すべり、摩擦の影響は無視する。(ii) 引張力が作用すると、お互いの位置が放れて剥離状態になる。(iii) 一旦、剥離状態になった相互節点は最終状態まで固着状態にならない。

なお、剥離の影響による力学挙動の基礎データを得るため、解析は静弾性領域でおこなった。

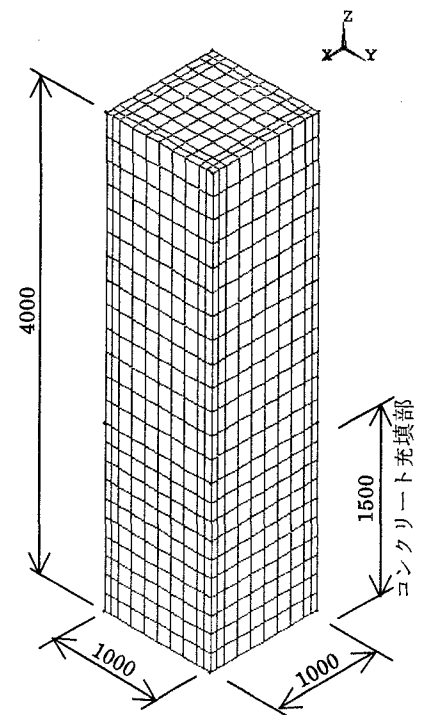


図-1 解析モデル概略図 (mm)

3. 解析結果

図-2 に注目するパネルの位置を図示する。図-3 は剥離するモデルに軸方向 ($-z$)、および水平方向 ($+x$) に各々 5mm の強制変位を与えた場合のミーゼス相当応力分布図である。比較のために図-4 に鋼とコンクリート

が完全に付着したモデルを同条件で解析した結果を示す。共に、コンクリート充填高さの付近で応力の集中が生じている。相当応力の最大値は剥離モデルが **255MPa** であったのに対し、完全付着モデルでは **234MPa** であった。これらより、剥離を考慮した場合には柱に生ずる応力分布が変化することがわかる。

紙面の都合上ここでは示さないが、最大主応力ベクトル図を比較すると剥離モデルでは、最大主応力の方向が乱れていることが観察された。また、変位量を比較すると、剥離モデルは、完全付着モデルに比べてパネルの外側への膨らみが大きく観察された。

現在も強制変位の大きさ、および軸方向変位と水平方向変位の大きさの比率などを変えて解析を継続している。得られた結果の詳細については、当日、発表する。

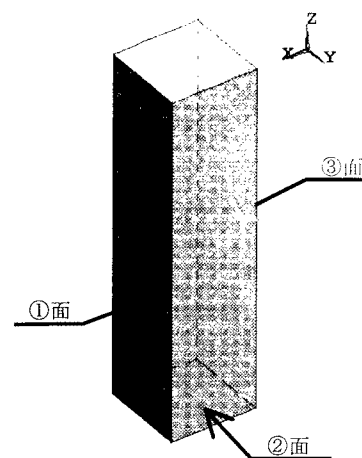


図-2 パネル位置

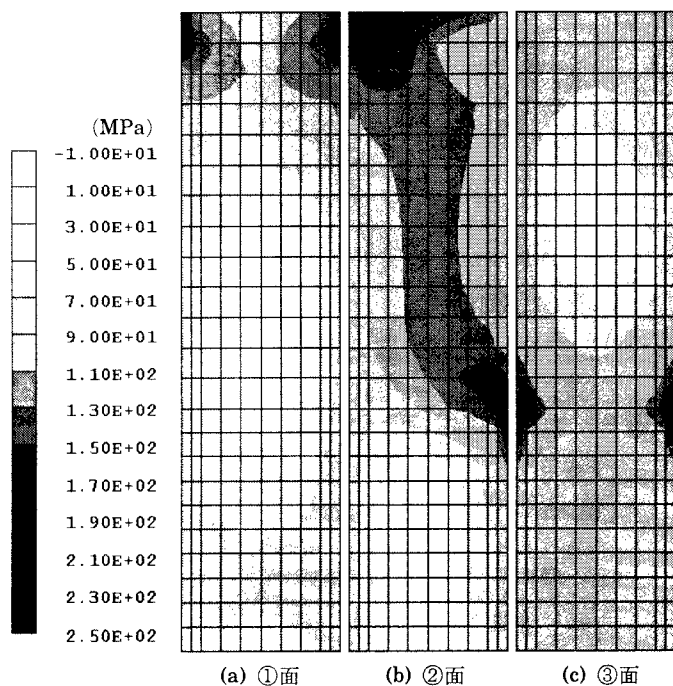


図-3 剥離モデルの相当応力分布図

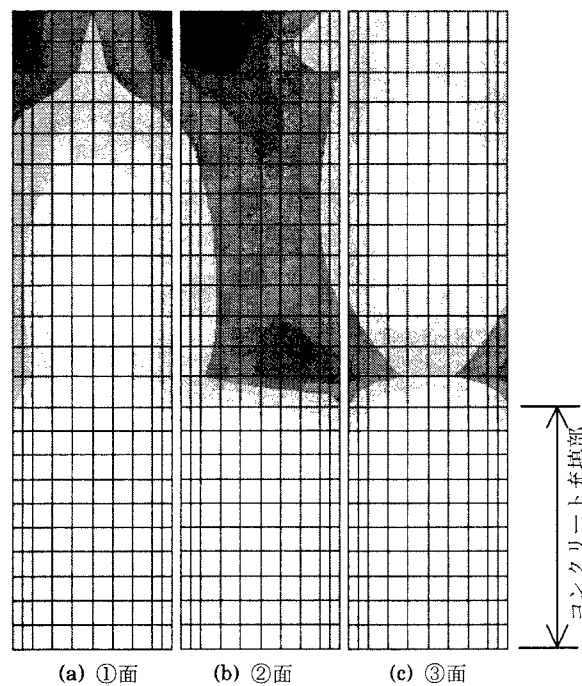


図-4 完全付着モデルの相当応力分布図
(コンターは図-3 と同じ)

4. あとがき

鋼と充填コンクリートの剥離を考慮した数値解析は、ほとんどなされていない。本研究では剥離の影響に関する基礎的なデータを得るため、静弾性領域において鋼とコンクリートの剥離を考慮した数値解析をおこない、その挙動を観察した。

本研究では引張力が作用すると剥離状態になるとし解析したが、実際はある程度の付着力を有すると考えられるため、改良の余地がある。加えて、本解析は静弾性領域に限ったので、地震時の現象を十分に論議できるデータを得ることはできない。それゆえ解析を塑性領域に拡張し、また水平方向の繰り返し載荷などの手法をとるなどして発展させなければならない。今後は、以上のような改善を加え、剥離現象が、どの程度コンクリート充填鋼製橋脚柱の挙動に影響を与えるのかを詳細に検討する必要がある。

参考文献

- 1) 例えば、宇佐美、葛ほか：コンクリート部分充填鋼製橋脚柱の非線形解析と実験、鋼製橋脚の非線形数値解析と耐震設計に関する論文集、土木学会、pp153-160、1997 年
- 2) ㈱ホクトシステム：FEMLEEG LISA ユーザガイド