

|             |      |      |
|-------------|------|------|
| 山梨大学工学部     | 学生会員 | 天野 修 |
| 山梨大学工学部     | 正会員  | 中村 光 |
| (株)大林組技術研究所 | 正会員  | 田中浩一 |
| (株)大林組技術研究所 | 正会員  | 大内 一 |
| 山梨大学工学部     | 正会員  | 檜貝 勇 |

## 1. はじめに

近年、従来の RC 構造に比べ、高耐震性、経済性、省力化、急速施工性という性質を兼ね備えた構造物として、鋼・コンクリート合成構造が大きな注目を集めている。しかし、そのような合成構造は新しい構造形式であり、その力学的挙動は必ずしも明らかになっていない。そこで、本研究ではこの合成構造の一例である鋼管・コンクリート複合構造橋脚を取り上げ、そのせん断挙動の解析的評価を試みた。

## 2. 解析概要

### 2.1 解析方法

鋼管・コンクリート複合構造橋脚の解析を行う場合、鋼管の影響が非常に大きいと予想されるため、図1に示すように鉄筋コンクリートと鋼管を独立した要素として個別に定式化した。この時、鉄筋コンクリートと鋼管を独立と考えると両者の挙動を関係づけるモデルが必要となる。そこで本研究では図1に示すように RC 要素と鋼管要素が、RC と鋼管とのすべり挙動と剥離挙動を表す2方向のバネで連結されているというアプローチを試みた。解析は RC 要素、鋼管要素とも四辺形アイソパラメトリック要素によりモデル化した2次元有限要素法により行った。また、ひびわれモデルには回転ひびわれモデルを用いた。なお、鋼管を配置することによりコンクリートの断面積が減少するが、このことに対しては図1に示すように鋼管位置の RC 要素の面積を単純に減少させて対応した。

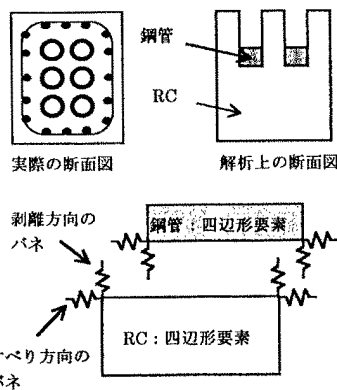


図1.解析モデル

### 2.2 材料モデル

コンクリートの材料モデルは圧縮・引張とも破壊エネルギーを考慮したモデル[1]を用い、圧縮強度は Collins のモデルにより主引張ひずみに従って変化させた。鉄筋と鋼管の材料モデルには、完全弾塑性モデルを仮定した。一方、RC 要素と鋼管要素を連結するバネの材料モデルは、図2に示すコンクリート中に埋め込まれた鋼管の押し抜き試験と、引き抜き試験を行い、その実験結果を解析により精度良く表せるように同定することで求めた。同定した付着応力( $\tau$ )—すべり( $S$ )関係は、押し側と引き側で異なる最大付着応力を与えた式(1)である。

$$\tau = \tau_{\max} (S_0/S)^{0.1} \quad (1)$$

ここで  $S_0$  は最大付着応力時のすべり量(cm)で、 $\tau_{\max}$ (MPa)は最大付着応力である。なお、 $\tau_{\max}$ の値は押し側で 5.8(MPa)、引き側で 4.0(MPa)と

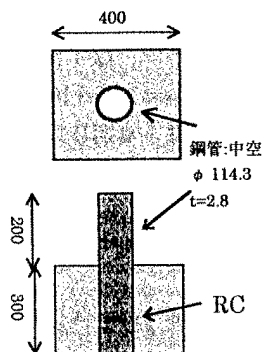


図2. 押し抜き、引き抜き試験

Key Words : 合成構造、せん断挙動、付着特性、有限要素解析

〒400 甲府市武田 4-3-11 TEL 0552-20-8529 FAX 0552-20-8773

した。接触力-接触量関係は、剥離方向に対しては常に零とし、接触方向ではコンクリートの剛性の反力が作用すると考えた。

### 3. 実験結果との比較

図3に実験供試体の緒元を示す。対象とした供試体は幅75cm、高さ50cmの矩形断面を有し、断面内部には6本の鋼管を配置し、せん断補強筋としてPCストランド( $f_y=1888(\text{MPa})$ )をスパイラル状に配筋したせん断スパン比2.5の独立単一柱形式の部材である。

図4に実験値と解析値の荷重-変位関係を示す。ここで、実験においては正負繰り返し載荷を行ったため正負側両方の包絡線を示している。解析値と実験値は最大荷重、形状とも概ね一致しており、本解析により鋼管・コンクリート複合構造橋脚のせん断挙動を精度良く評価できていることが分かる。なお、鋼管とコンクリートが完全に付着していると仮定して解析した結果を同図に点線として載せているが、この場合には解析値は実験値を過大に評価する結果となった。したがって、本論文で対象としたような構造物を解析する場合には、鋼管とコンクリートの付着モデルを適切に与える必要があると言える。図5に実験と解析で得られた終局時のひびわれ状況を示す。鋼管に沿ってひびわれが卓越する挙動等、ひびわれ状況についても解析結果は実験結果を妥当に評価していることが分かる。

図6は解析より得られたPCストランド、鋼管、およびコンクリートのせん断力の負担割合の変化を示したものである。同図を見ると、斜めひびわれの発生まではPCストランド、および鋼管の負担割合は小さいが、それ以降は両者の負担割合が増加しているのに対し、コンクリートの負担分はそれ程増加していない。また、最大荷重時におけるせん断力負担割合は、PCストランドが全体の約40%、鋼管が約20%、コンクリートが約40%であり、対象とした供試体の場合約1/5のせん断力を鋼管が負担する。

### 4. 結論

1. 鋼管・コンクリート複合構造橋脚を解析するためのモデルとして、鋼管、コンクリート、付着部を個別に考慮した解析手法を開発するとともに、鋼管とコンクリートの付着特性のモデル化を行った。
2. 本解析手法を用いれば、鋼管・コンクリート複合構造橋脚のせん断挙動を解析的に解明することが可能と考えられる。

#### 【参考文献】

- [1] 山谷敦他2名：破壊エネルギーを考慮した有限要素解析における要素形状の検討・第19回コンクリート工学年次論文報告集(投稿中)

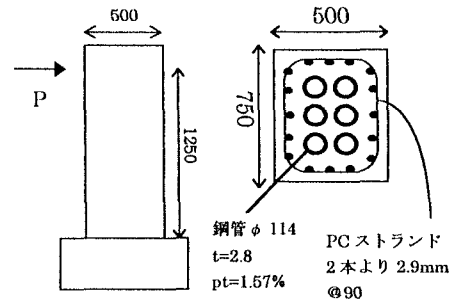


図3. 供試体概略図

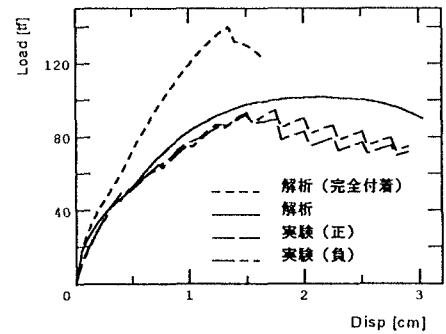


図-4. 荷重-変位関係の比較

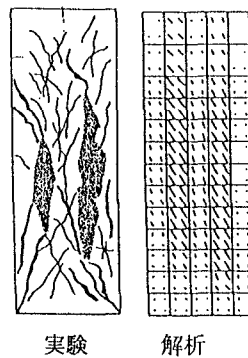


図5. ひびわれ状況

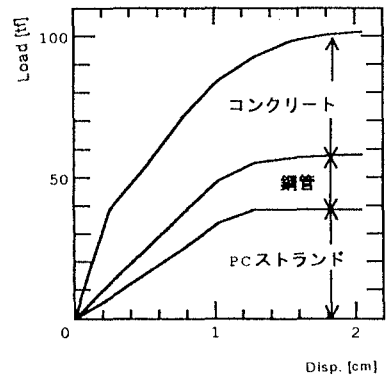


図6. せん断力の負担割合の変化