

杭支持された橋脚フーチングにおける非線形解析の再現性の検討

神戸大学 学生会員 ○飯田 知里
 神戸大学大学院 正会員 三木 朋広

1. はじめに

フーチングは、地中構造物であるため地震時に損傷を受けると補修が困難であり、大きな耐力を確保する必要がある。また、実橋レベルの載荷実験が極めて少ないために、地震力を受けた場合の挙動が明らかになっておらず、耐力評価手法も統一化されていない。そこで本研究では、フーチングと耐荷機構が類似していると考えられるディープブームを含む RC はり、ならびに柱式橋脚を有する杭基礎フーチングの2種類の載荷実験を対象とした非線形解析を実施し、柱式橋脚の杭基礎フーチングが地震力を受けた場合の挙動について、非線形解析の再現性を検討した。

2. 解析概要

本研究で解析対象とした供試体は、せん断スパン有効高さ比 $a/d=0.5\sim 1.5$ 、せん断補強鉄筋比 $r_w=0\sim 0.84\%$ の RC はりと、 $r_w=0.31, 0.72\%$ の柱式橋脚を有するフーチングである(図-1)。それぞれの供試体諸元を表-1, 2 に示す。引張強度 f_t は $f_t=0.23(f_c')^{2/3}$ により求めた値を用いた。コンクリート要素にはソリッド要素、鉄筋要素には埋め込み鉄筋要素を用いた。ひび割れモデルは固定ひび割れモデルを採用した。圧縮の軟化則は Parabolic モデル、引張の軟化則は RC はりの解析では Hordijk の指数関数モデル、フーチングの解析では多直線軟化モデルを用いた(図-2)。せん断剛性保持率については、RC はりの解析ではひずみの関数を用い、フーチングの解析では 0.3 と一定値に設定した。求解法は、最大荷重点以降の軟化挙動を捉えるため変位制御型の増分解析とし、修正 Newton-Raphson 法により

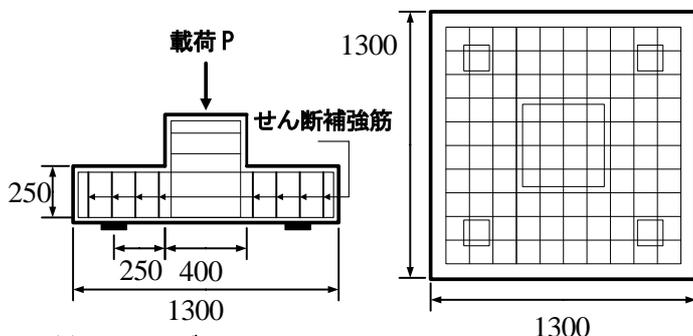
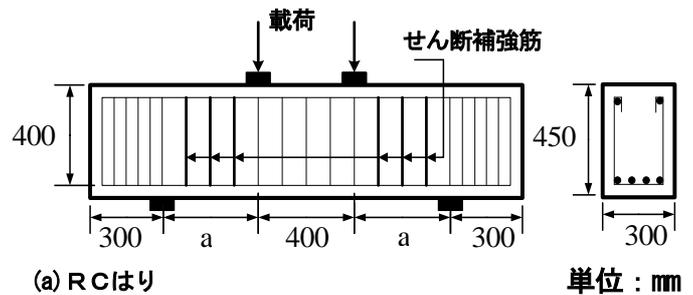


図-1 供試体形状

表-1 供試体諸元 (RC はり)

| 供試体 No. | a/d | コンクリート 圧縮強度 f_c' (N/mm ²) | せん断 補強鉄筋比 r_w |
|---------|-----|---|-----------------------|
| 1 | 0.5 | 23.2 | 0% |
| 2 | | 23.2 | 0.84% |
| 3 | 1.0 | 29.0 | 0% |
| 4 | | 29.3 | 0.84% |
| 5 | 1.5 | 22.9 | 0% |
| 6 | | 23.5 | 0.84% |

$$r_w = A_w/b_w \cdot S_s \cdot 100 \quad (A_w: \text{スターラップ 1 組の断面}$$

積, $b_w=200$, S_s =スターラップの配置間隔)

表-2 供試体諸元 (フーチング)

| 供試体 No. | a/d | コンクリート 圧縮強度 f_c' (N/mm ²) | せん断 補強鉄筋比 r_w |
|---------|-----|---|-----------------------|
| 1 | 1.0 | 22.9 | 0.32% |
| 2 | | 23.4 | 0.71% |

$$r_w = A_w/(b \cdot S) \cdot 100 \quad (A_w: \text{鉛直スターラップ 1 本の}$$

断面積, b : スターラップの配置間隔(軸方向), S : スターラップの配置間隔(軸直角方向))

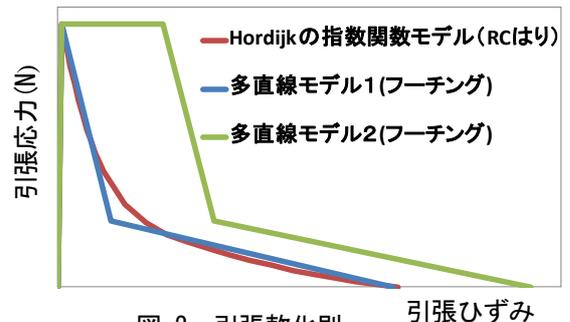


図-2 引張軟化則

キーワード フーチング, 固定ひび割れモデル, せん断補強鉄筋

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学院工学研究科市民工学専攻 TEL: 078-803-6094

収束計算を行った。

3. 結果の比較と考察

3.1. RC はり

実験結果と解析結果の荷重-変位関係の比較を図-3 に示す。 $a/d=0.5$ の場合、スターラップの効果が実験、解析結果ともにみられない。 $a/d=1.0, 1.5$ の場合、解析結果ではスターラップの効果が実験結果ほど顕著に表れていないことがわかる。これは、解析において、 a/d の増加におけるスターラップのせん断剛性への貢献分が考慮できていないことが原因であると考えられる。

3.2. フーチング

2 種類の引張軟化則について解析を実施した。実験結果と解析結果の荷重-変位関係の比較を図-4 に示す。供試体 No.1, 2 とともに、多直線モデル 1 の解析結果では実験結果よりも最大荷重が低く、また最大荷重に達したあとすぐに荷重が低下する挙動をとっている。この原因として、フーチングの破壊が 3 次元的であり、そのような場合のひび割れ面における鉄筋のせん断抵抗およびひび割れ開口を防ぐ効果を解析では表せていなかったことが考えられる。そこで、ひび割れ面における鉄筋のせん断抵抗を疑似的に再現するため、多直線モデル 2 のような引張軟化則を用いた解析を実施した。その結果、多直線モデル 2 を用いた場合は、最大荷重に達したあと荷重が保持される挙動となった。しかし、鉄筋によるせん断抵抗への寄与分を考慮できていない点が課題と考える。

4. まとめ

固定ひび割れモデルにおけるせん断剛性のモデル化には、ひび割れ開口およびひび割れ面における鉄筋のせん断抵抗効果を考慮する必要があることがわかった。

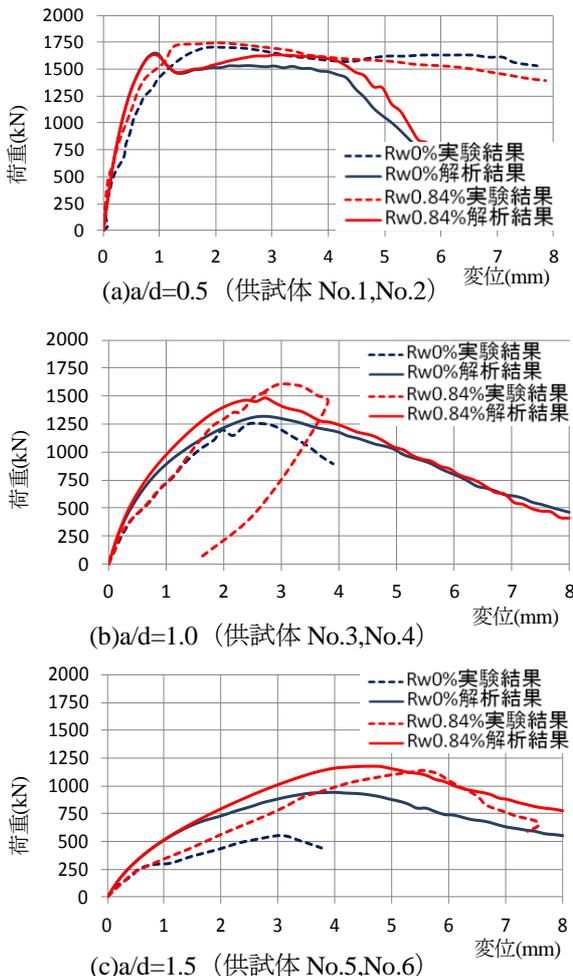


図-3 荷重-変位関係の比較 (RC はり)

参考文献

- 1) 谷村幸裕：鉄筋コンクリート基礎部材の合理的設計法に関する研究，東工大博士論文，2004.6
- 2) 鈴木裕隆，谷村幸裕，佐藤 勉，毛利誠信：スターラップを配置した柱式橋脚を有する杭基礎フーチングのせん断耐力，コンクリート工学年次論文集，Vol.25, No.2, pp1015-1020, 2003

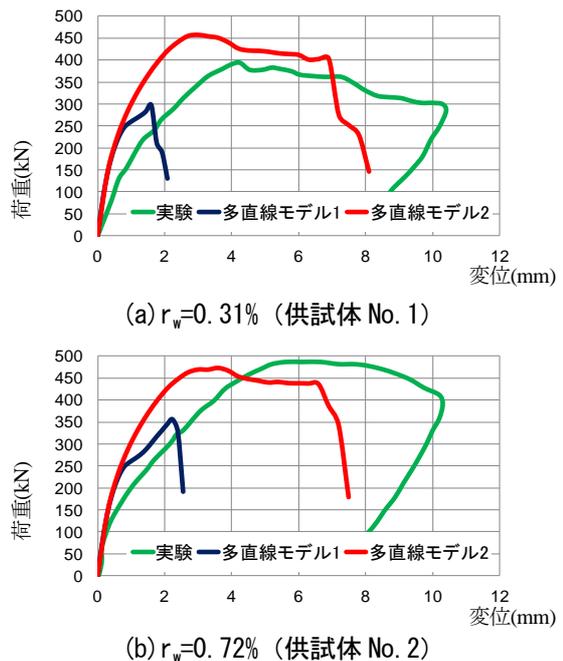


図-4 荷重 - 変位関係の比較 (フーチング)