

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、実橋レベルのフーチングの荷重実験は少ないため、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ビームを含む RC はり¹⁾、ならびに柱式橋脚を有する杭基礎フーチング²⁾の 2 種類の荷重実験供試体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

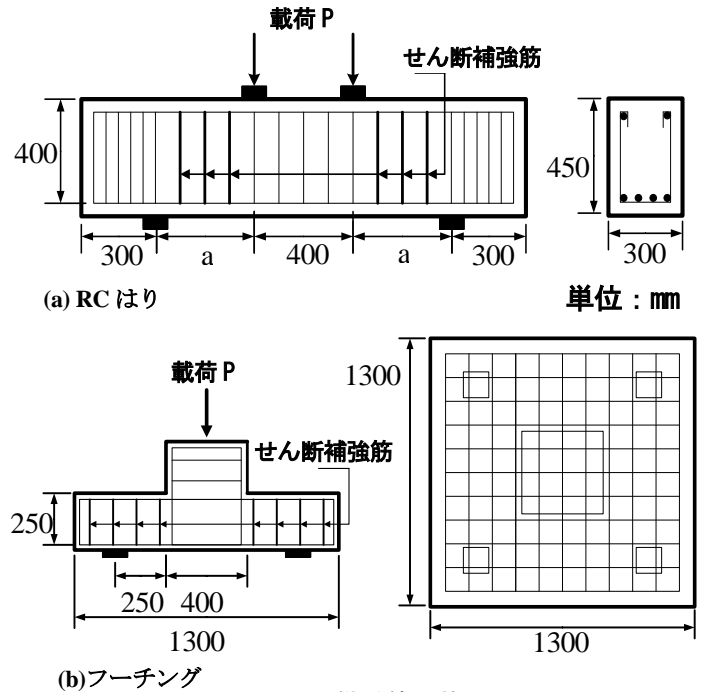


図-1 供試体形状

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%

$r_w = A_w / b_w \cdot S_s \cdot 100$

A_w : スターラップ 1 組の断面積

$b_w=200\text{mm}$, 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%

$r_w = A_w / (b \cdot s) \cdot 100$

A_w : 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)

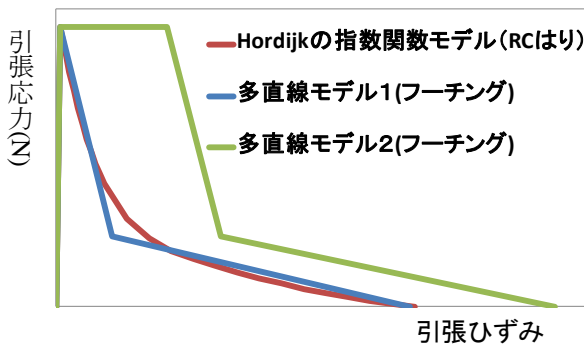


図-2 引張軟化則

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

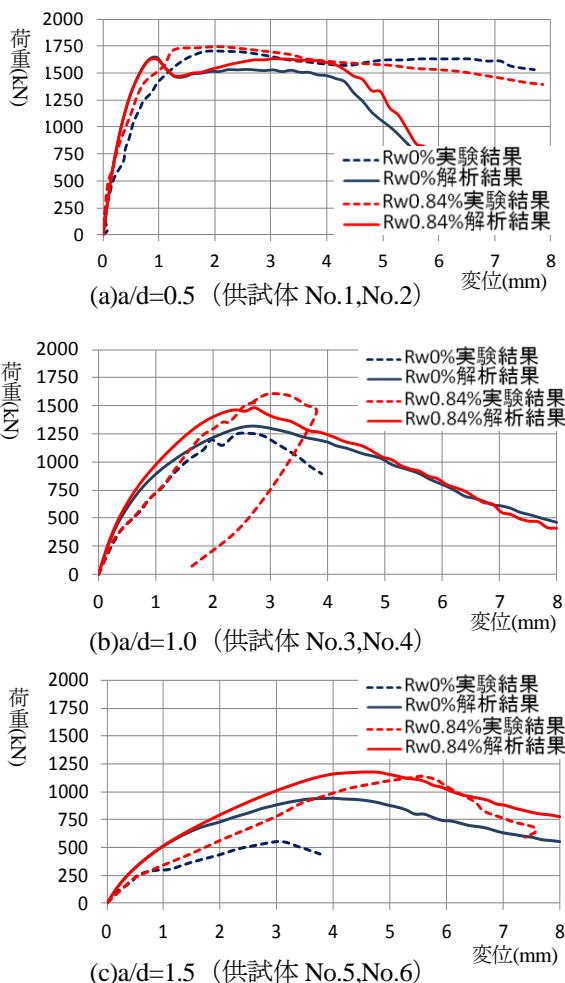


図-3 荷重-変位関係の比較 (RC はり)

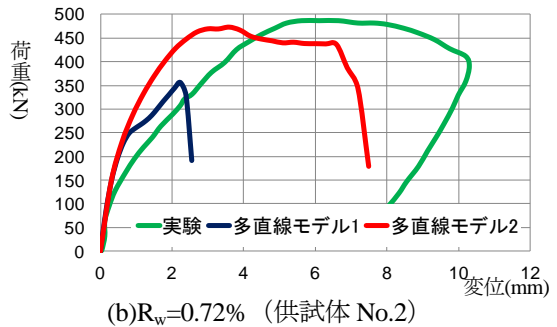
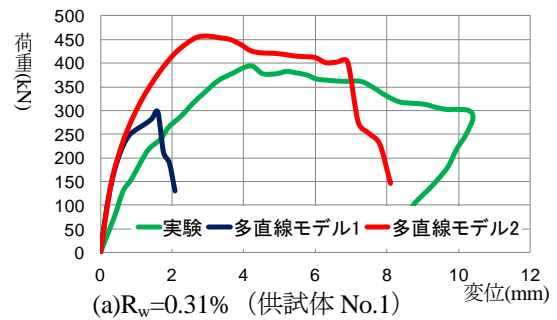


図-4 荷重-変位関係の比較 (フーチング)

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。これは、フーチングの破壊が3次元的であるために、ひび割れが発生したあとの、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による影響が大きいことが原因と考える。多直線モデル2の解析結果では、最大荷重に達したあと荷重が保持される挙動をとっている。これは、引張応力がコンクリートの引張強度に達したあとも、引張応力が保持される多直線モデル2を用いることによって、疑似的にひび割れ面における鉄筋のせん断抵抗が再現できたものと考えられる。

5. まとめ

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。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ことが必要であることがわかった。

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