

V-271

杭を有するフーチングの終局挙動に関する実験的研究

九州工業大学 正会員 幸左賢二
 阪神高速道路公団 正会員 ○藤井康男
 新構造技術(株) 正会員 水田和之

1. はじめに

兵庫県南部地震を契機に、道路橋示方書¹⁾を例にとると、構造物の非線形領域での変形性能や動的耐力を評価する限界状態設計法のひとつである地震時保有水平耐力法が耐震設計の基本となった。しかしながら、フーチングについては、橋脚と比較して損傷が軽微であったにもかかわらず、構造が複雑であり、その損傷メカニズムに不明な点も多いことから、許容応力度内に収める設計法が実施されている。その結果、部材寸法や鉄筋量の大幅な増加が予想されることから、合理的な評価が望まれるところである。

本報告では、実構造物の損傷を再現した昨年度の実験²⁾に引き続き、地震時終局挙動の評価を目的とした、杭を有するフーチングのせん断スパン比をパラメータとした載荷実験の結果を述べるものである。

2. 実験概要

供試体形状および構造諸元を各々図-1、表-1に示す。供試体は、4本の杭を有する単柱式橋脚をモデル化したもので、せん断スパン比 a/d は0.75, 1.0の2種類とした。このとき、フーチングの鉄筋量は、平成2年道路橋示方書に基づき配置したもので、下面鉄筋量は地震時許容応力度 $\sigma_{sa}=3000\text{kgf/cm}^2$ を満足するように、また、上面鉄筋量は下面の約1/3とした。さらに、供試体No.3はNo.1と同形状とし、1.5倍の鉄筋量を配置した。

一方、柱および杭については、フーチングに先行して破壊しないように、鉄筋径を上げるなど耐力を割り増しており、杭は鋼管で被覆するとともに下端を試験架台に固定した。

載荷方法は、モデル化した橋脚の死荷重に相当する鉛直力を一定に保持した状態で、水平荷重を一方方向に単調載荷した。水平荷重は、フーチングの上面もしくは下面の鉄筋が降伏

るまで荷重制御で行い、その後、変位制御で実験装置が追従できる限界まで載荷し、荷重および各部材の変位、鉄筋のひずみについて計測するとともに、ひび割れの進展状況を記録した。

3. 実験結果

現行設計法ではフーチング下面鉄筋がクリティカルとなるにも関わらず、実験ではすべての供試体で、フーチング上面鉄筋が先行して降伏した。今回の実験で認められた損傷形態は、フーチング上面の柱付け根位置でのひびわれの発生・進展とともに上面鉄筋が降伏し、その後、上面鉄筋の降伏領域が拡大し、接合部全

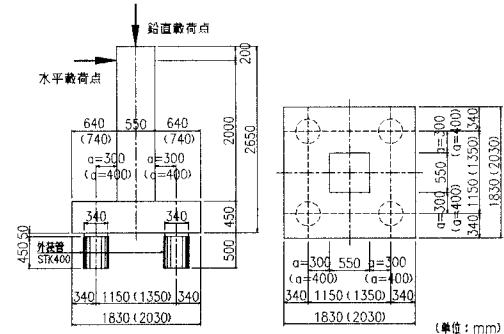


図-1 供試体形状

表-1 供試体諸元

供試体No.	No. 1	No. 2	No. 3
設計水平力	t f	10.5	—
せん断スパン比 a/d	0.75	1.00	0.75
せん断スパン a	30	40	30
有効高 d	40	40	40
上面鉄筋	D10ctc240 (0.07%)	D10ctc200 (0.09%)	D10ctc154 (0.12%)
下面鉄筋	D13ctc120 (0.26%)	D13ctc100 (0.32%)	D13ctc 77 (0.41%)
コンクリート圧縮強度	258	262	264

体が損傷して最大荷重に達する。その後の挙動は、供試体No.1のように滑らかな荷重降下曲線（図-2 a）を示してじん性に優れるものと、供試体No.2のような急激な荷重降下（図-2 b）を示すものに分かれる。前者は、柱とフーチングの接合部から加力点側の領域が分離してコーン状の破壊（図-3 a）を呈しており、供試体No.3も同様な挙動であった。それらに対して、後者は、接合部と押込み側杭間の圧縮領域での押抜き破壊（図-3 b）を呈するもので、これは降伏の段階から発生した押抜き破壊面のひびわれが、荷重増加とともに進展してコンクリートの抵抗が消失し、急激な耐力の低下を招いたものと考えられる。いずれの場合も、最大荷重までの損傷は、主に柱とフーチングの接合部領域に生じており、現行設計法でクリティカルとなる下面側にはあまり生じていない。

なお、表-2に示すとおり、フーチングは現行設計法に比べて1.5~1.8倍の耐力を有する結果となった。

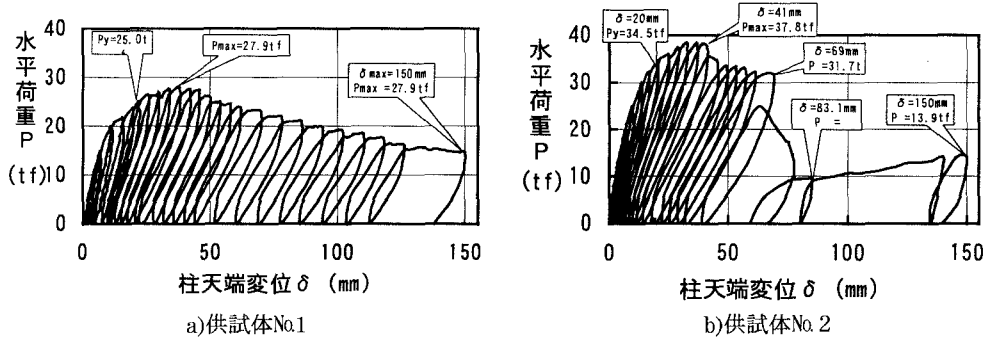


図-2 荷重-変位（P-δ）曲線

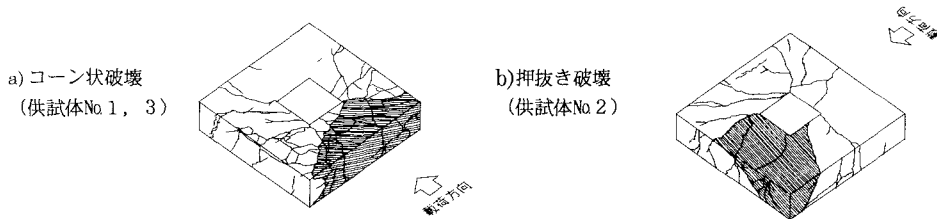


図-3 最終破壊状況

表-2 実験耐力と設計耐力の比較

供試体No.	No. 1	No. 2	No. 3
フーチング鉄筋量	H 2 道示鉄筋量		1.5×H2道示鉄筋量
実験耐力			
降伏荷重(耐力) ①	25.0tf	34.5tf	35.0tf
最大荷重(耐力) ②	27.9tf	37.8tf	37.4tf
H 8 道示設計耐力 ③	16.9tf	20.4tf	19.6tf
①/③	1.48	1.69	1.79

4. まとめ

実験結果からは、せん断スパン比が 0.75 の場合には十分なじん性を有し、1.0 の場合は急激に耐力が低下するなど、その値が終局挙動に関わりが強く、また、鉄筋量が耐力に影響することが分かった。一方で、現行設計法で想定する曲げやせん断破壊の損傷パターンは認められず、柱との接合部での損傷が主体であり、上面側の挙動に支配されることが推測できた。今後は、スラブとしての耐力的な評価を行うとともに、鉄筋の効果やコンクリートの抵抗力などを定量的に把握する必要があると考えられる。

（参考文献）

1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，1996.12

2) 幸左，小林，藤井，水田：フーチングの地震時終局挙動に関する実験的研究；土木学会構造工学論文集 vol.45A，1999.3