

## I-B 408 高靱性能耐震ジョイント杭の地震時有効性について

篠塚研究所	正会員	泉 博允
山口大学工学部	正会員	三浦 房紀
大同コンクリート工業		伊藤 吉孝
大同コンクリート工業	正会員	宮坂 享明
大成建設	正会員	福嶋 研一

### 1. まえがき

高靱性能耐震ジョイント杭とは、宮坂等<sup>1) 2)</sup>によって開発された図-1に示すジョイントを有する一種の耐震性基礎杭であり、構造物と杭との結合部近傍や硬い地層と軟らかい地層との境界に、耐震ジョイントを積極的に用いることにより、PHC (Prestressed High Strength Concrete Pile) 杭等の靱性や変形性能を高め地震時における基礎の耐震性を向上させるものである。宮坂等はすでに、地盤の液状化による大変形の側方移動を受けるPHC杭の静的応答特性を検討し、高靱性能耐震ジョイント杭の有効性を示している。ここでは静的応答としての地盤の液状化は対象とせず、地震時における動的応答に着目し、数値解析の検討により、高靱性能耐震ジョイント杭の有効性を示すものである。数値解析では、この高靱性能耐震ジョイントを用いたPHC杭の杭基礎とPHC杭の単体による弾性体としての杭基礎とのモデルを用いて、動的応答特性の比較を行ない、後者の場合が破壊するのに対して、前者の場合は破壊に至らず、安全に杭の機能を維持している結果が得られた。これより、高靱性能耐震ジョイント杭の地震時の動的応答における有効性が確認できた。

### 2. 解析モデル

解析モデルを図-2に示す。上部構造のロッキングによる軸力変動に伴う動特性を考慮できるように、杭はPHC φ400mmを3列とし、地盤の地層境界に高靱性能耐震ジョイントを位置させている。地盤は3層の弾性体とし、層厚はそれぞれ3、6、6m、Vsは200、150、400m/s、単位体積重量γは1.8、1.7、1.8tf/m<sup>3</sup>、ポアソン比は0.4とした。入力地震動は解析モデルの底部より、エルセントロ波のNS成分を入力した。

### 3. 高靱性能耐震ジョイントの動特性

高靱性能耐震ジョイントを回転バネとしてモデル化している。高靱性能耐震ジョイントを用いたφ400mmのPHC杭の静的一方向荷重の軸力が0と60tfの場合の曲げ試験結果より、高靱性能耐震ジョイントの曲げモーメントMと回転角θとの関係が図-3のように得られ、これを(1)式の変曲線近似で表示した。

$$\theta = (a \cdot M) / (1.0 - (b \cdot M)^{1/n}) \quad \text{----- (1)}$$

θ --- 回転角 (ラジアン)                      M --- 曲げモーメント (tfm)

1/a --- 初期勾配 (tfm/ラジアン)                      1/a = c · N<sup>d</sup> + e .

N --- 軸力 (tf)                      定数 --- c = 259.0      d = 0.5      e = 2005.0

1/b --- 終局曲げモーメント Mu (tfm)                      1/b = f · (N - g<sub>0</sub>)<sup>2</sup> + h .

N --- 軸力 (tf)                      定数 --- f = 0.000370      g<sub>0</sub> = 180.0      h = 28.0

n --- カーブフィット定数      n = 0.5

動的応答解析では(1)式を、高靱性能耐震ジョイントの骨格曲線として用いた。なお、数値解析での高靱性能耐震ジョイントの破壊の判定は終局曲げモーメントMuおよび終局回転角θ<sub>u</sub>で行っている。終局曲げモーメントMuは上述してあるが、終局回転角θ<sub>u</sub>は軸力依存性を考慮して(2)式のように表示した。

$$\theta_u = i \cdot d \cdot (N + j \cdot g_0) \quad \text{----- (2)}$$

θ<sub>u</sub> --- 終局回転角 (ラジアン)      N --- 軸力 (tf)                      定数 --- i = 7.20      j = 111.0

### 4. 杭本体の動特性

杭本体の非線形性挙動は50cmごとに設定した塑性ヒンジ特性を示す回転バネにより表示するというモデ

ルを宮坂等<sup>1), 2)</sup>は提案し適用しているが、ここでは動的応答の解析の第一段階として杭を弾性体とした。

### 5. 解析結果

高靱性能耐震ジョイントを用いたP H C 杭と、P H C 杭の単体による両モデルにおける3列の杭のうち、左右の杭の耐震ジョイント位置での曲げモーメントMと軸力Nの履歴の結果を比較すると、基盤入力が300gal程度では、上部構造や杭の変位挙動に両者とも差が見られず、また応力的にも杭は安全である。高靱性能耐震ジョイント杭のあり、なしに係わらず入力小さい場合では安全と言える。一方、基盤入力が高い800galの場合の結果を図-4に示すが、実線で示す杭単体の履歴曲線が、放物線で示す終局曲げモーメント $M_u$ を越えて破壊するのに対して、丸印で示す高靱性能耐震ジョイントの履歴曲線は終局曲げモーメント $M_u$ および終局回転角 $\theta_u$ を越えることなく破壊せず、安全に杭の機能を維持している結果が得られた。これらの結果より、高靱性能耐震ジョイント杭の地震時の動的応答における有効性が確認でき、この高靱性能耐震ジョイント杭の積極的な適用により、安全性のより高い杭基礎が可能であることが示されたと言える。

- 参考文献：1) 宮坂享明、三浦房紀、平田大三：高靱性能耐震ジョイント杭の開発とその側方移動する液状化地盤に対する応答、土木学会論文集、No.513/I-31、pp.201-211、1995.4  
 2) 宮坂享明、三浦房紀、平田大三：改良型高靱性能耐震ジョイント杭の液状化による地盤の側方移動に対する応答、土木学会論文集、No.525/I-33、pp.287-298、1995.10

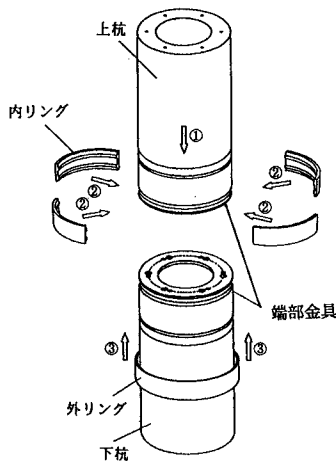


図-1 高靱性能耐震ジョイント

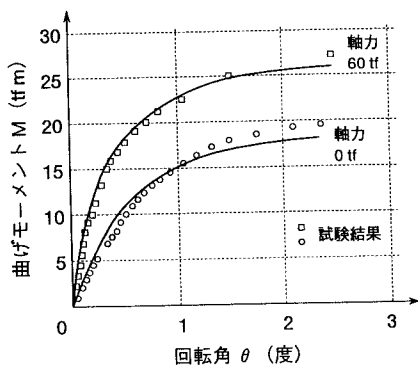


図-3 高靱性能耐震ジョイントの骨格曲線

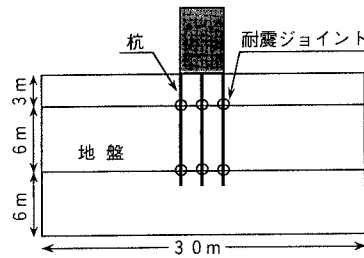


図-2 解析モデル

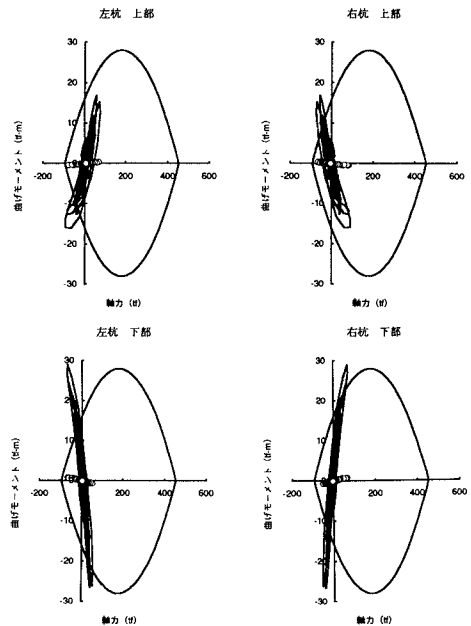


図-4 曲げモーメントと軸力の履歴