

上部構造物の設計水平震度は、 $K_h = 0.32$ （限界状態設計法）であり、基礎構造物よりも上部構造物の方が降伏震度が低い。したがって、基礎構造物の設計は、 $K_h = 0.32$ で行えば良いことになる。そこで、 $K_h = 0.32$ 時の、杭体に発生する曲げモーメント分布を図-3に、せん断力分布を図-4に示す。また、杭頭発生断面力を表-2に示す。骨組解析による杭頭断面力は、前面抵抗の影響を考慮しない場合と比較すると、 $E_o = 25 \text{ kgf/cm}^2$ の場合で、曲げモーメントは、20%程度減少し、せん断力は、5~15%程度減少した。

前面抵抗の影響を調べるために、静的2次元FEM解析も行った。橋脚、杭は線形梁部材とし、フーチング奥行き長さで除した単位長さあたりの剛性で評価した。また、フーチングは線形ソリッド要素、地盤はバイリニアモデルの非線形ソリッド要素とした。解析は自重を作用させた後に、 $K_h = 0.32$ 相当の地震時水平力を橋脚頂部に作用させることにより行った。ここで、前面抵抗を考慮しない場合はフーチング側面の土要素を削除することにより簡易的に評価した。その結果、表-2に示すように、せん断力で、40%程度の減少となったが、曲げモーメントはあまり変化がなかった。

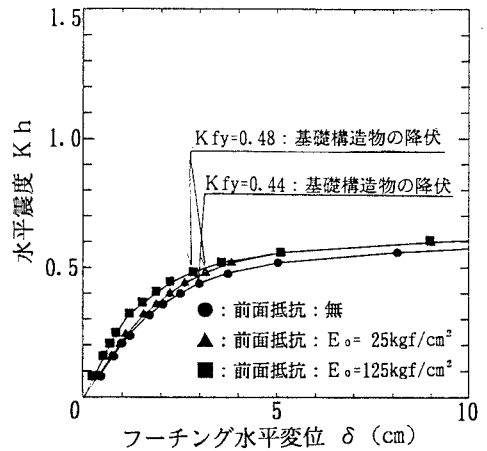


図-2 震度～変位曲線

表-2 断面力結果 (tf・m, tf)

解析方法		骨組解析			FEM解析	
	$E_o(\text{kgf/cm}^2)$	無	25	125	無	125
押込み杭 (杭頭)	M	89	72	37	117	113
	S	78	73	54	154	98
引抜き杭 (杭頭)	M	76	59	23	19	13
	S	74	64	44	56	23

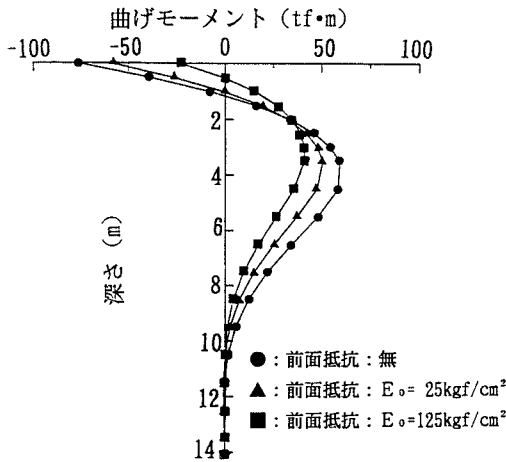


図-3 曲げモーメント分布：引抜き杭

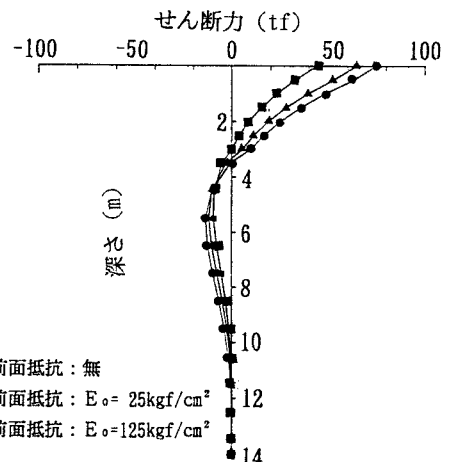


図-4 せん断力分布：引抜き杭

5. おわりに

兵庫県南部地震を受けて今後、設計震度の見直しが予想される中、大地震時においても合理的な設計を行うため、杭基礎の限界状態設計法の導入とともに、フーチング前面抵抗の考慮の方法、ならびにフーチング側面の地盤強度や非線形特性について検討していく必要があると考えられる。

なお、本論文は、基礎・抗土圧構造物設計標準に関する委員会杭基礎ワーキンググループでの活動を基に作成したとを付記する。

参考文献 1) 土木学会：国鉄建造物設計標準解説、基礎構造物、抗土圧構造物、昭和61年3月