

動的解析における杭部材の軸力変動評価に関する一考察

(株)復建エンジニアリング ○正会員 池亀 真樹、井口 光雄

1. はじめに

杭部材の部材性能（耐力、変形性能）算定においては、その求解の理論上、軸力変動の影響評価が重要であり、近年、耐震設計の精度向上に伴い、その概念の定式化および解析ツールへの導入が、積極的に行われた。

しかし、実務におけるそれらツールの利用に際しては、1)設定方法が非常に煩雑である、2)設定方法は簡易だが、その構成則がブラックボックス化しており、解の信頼性に不安がある、3)特殊な材料への適用が困難である、などの課題がある。

そこで、本検討では、動的解析における軸力変動の影響の程度を確認し、軸力変動の影響を考慮しない簡易法の可能性を検討することとした。

2. 解析モデルおよび検討ケース

モデルは単純な壁式橋脚を想定した。解析モデルおよび地盤条件を図1に示す。杭は場所打ちRC杭とし、杭径φ1.2m、主鉄筋D29-24（SD390； $p_s = 1.40\%$ ）、帯鉄筋D19-1ctc150（SD390； $p_w = 0.32\%$ ）とし、配列は3×3とした。

検討ケースは、軸力変動の幅を変化させるため、入力加速度（正弦波）の振幅をパラメータとした。検討ケースを表1に示す。入力波形を図2に示す。

表1 検討ケース

解析ケース	入力加速度振幅 (GAL)
Case1	300
Case2	600
Case3	750

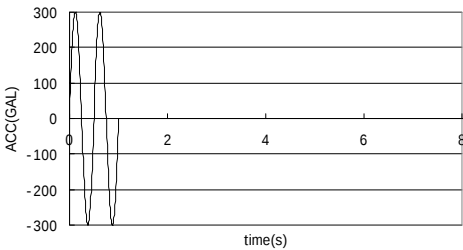


図2 入力波形

また、杭部材の変形性能は、耐震標準¹⁾に準じるモデルとし、曲げモーメントMと曲率φの関係で表現し、軸力変動を考慮したモデル（以下、現行法）と、死荷重時の軸力で変形性能を固定したモデル（以下、簡易法）を作成し、比較検討を行った。

なお、解析コードは、(株)CRCソリューションズの3次元地盤・構造物連成解析プログラム(DINAS)を用いた。主な解析条件を表2に示す。

3. 解析結果

図3～6に、Case1～3の動的解析の時刻歴を示す。

これらの図から、軸力変動考慮の有無による解析結果の開きは、杭部材に発生する曲げ応力に若干開きが生じるものの、構造物全体の応答に影響を与えるほど大きなものではないことが分かった。

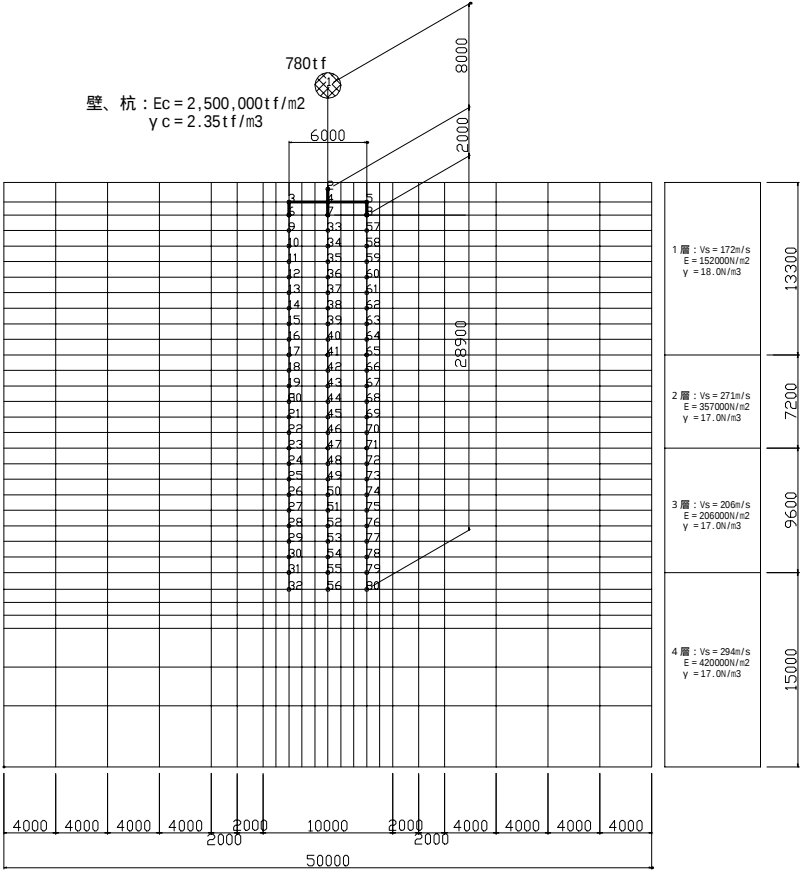


図1 解析モデルおよび地盤条件

表2 主な解析条件

解析手法	逐次積分法
解析モデル	地盤 平面歪み要素 構造部材 梁要素
非線形制の導入	地盤 修正ROモデル 構造部材(柱) 線形 構造部材(杭) M-φ(RC)モデル
境界条件	側面 繰返し境界 底面 粘性境界

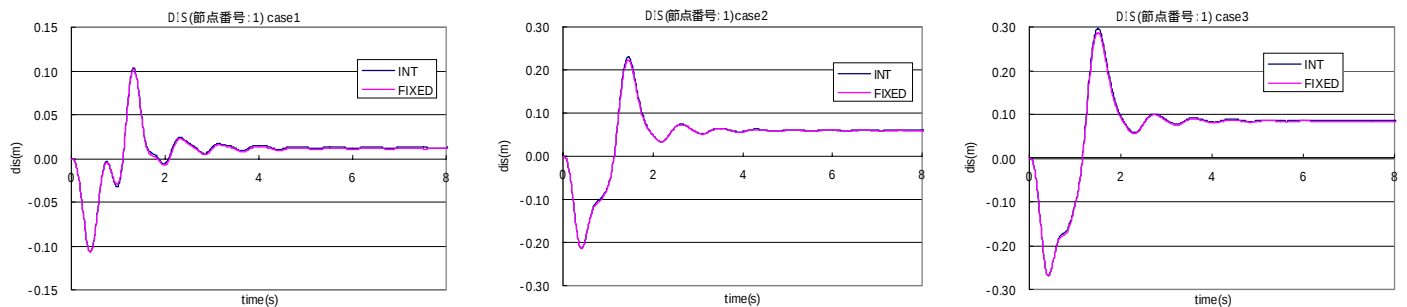


図 3 橋脚天端の応答変位 (m)

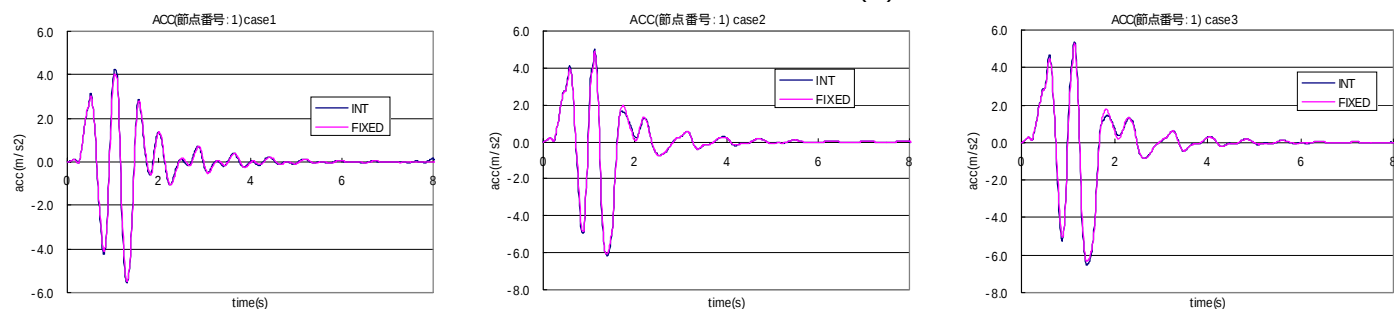


図 4 橋脚天端の応答加速度 (m/s²)

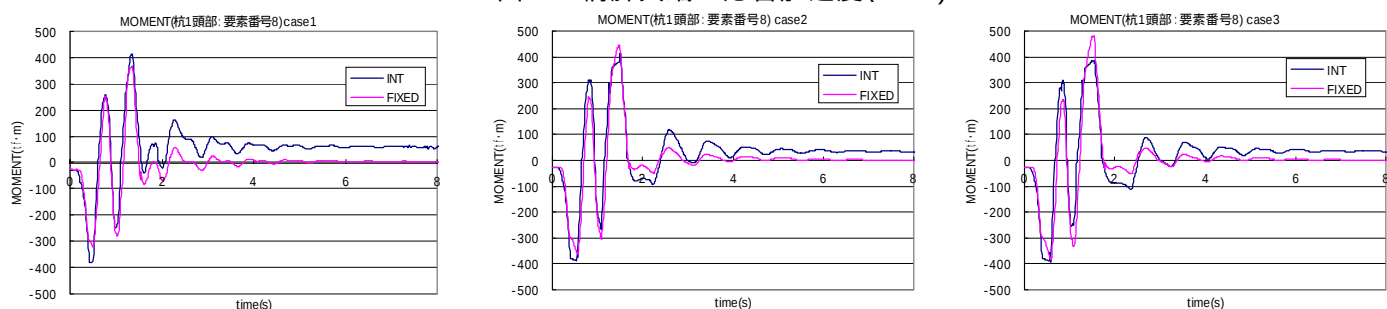


図 5 杭 1 (左)の発生曲げモーメント (tfm)

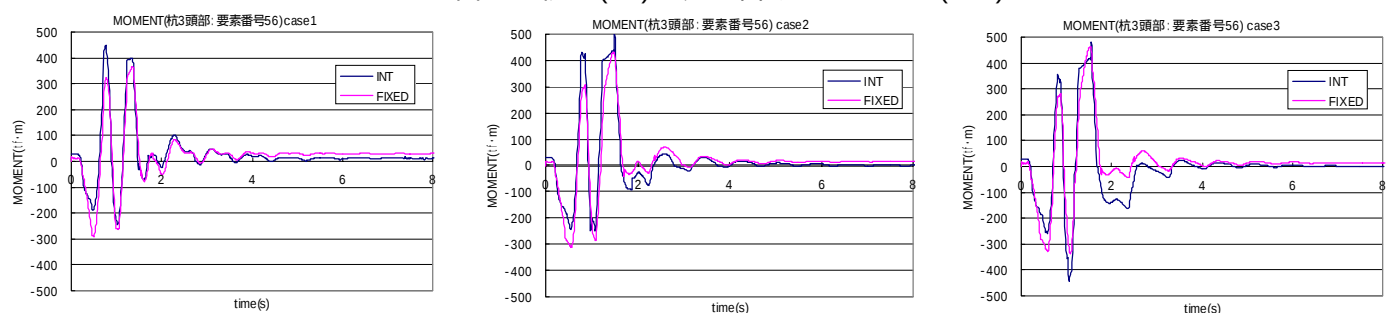


図 6 杭 3 (右)の発生曲げモーメント (tfm)

表 3 各杭頭の最大発生曲げモーメント (tfm)

		杭1 (左)		杭2 (中央)		杭3 (右)	
		INT	FIXED	INT	FIXED	INT	FIXED
case1	MaxMoment	414.0	367.0	421.3	319.1	448.6	367.1
	FIXED/INT		0.89		0.76		0.82
case2	MaxMoment	412.6	444.6	423.5	380.2	505.4	433.7
	FIXED/INT		1.08		0.90		0.86
case3	MaxMoment	386.5	482.1	427.6	419.0	483.1	464.1
	FIXED/INT		1.25		0.98		0.96

また、最大曲げモーメント (表 3 参照) に関しては、10%程度の開きが生じるが、連成系動的解析における他の条件(レイリー減衰の設定方法など)の微調整による変動と比べても同等であり、許容範囲であると考えられる。

4. まとめ

今回の検討より、比較的単純なモデルにおける解析では、軸力変動の影響は微小であり、杭部材の変形性能を固定する簡易法の可能性を確認した。今後、他の構造形式に対して、同様の傾向を確認する予定である。

参考文献

1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，丸善，1999.10