

Ⅲ - B12 杭の健全性試験に関する基礎的検討

大林組 正会員 喜多直之
大林組 正会員 崎本純治

1. はじめに

阪神大震災以降、構造物基礎の損傷の有無あるいは位置を確認する健全性調査手法としてIT(Integrity Test)が広く利用され、その結果が報告されている。その中には、単体の杭だけではなく、フーチング上からの打撃やケーソン基礎への適用など、従来の利用法の範囲を越えていると思われるものも少なからず見受けられる。一方、杭基礎直下を通過するシールド工事のために杭長を推定する場合などは、地震等による損傷の検査に比べて、高い精度が要求されるため、ITがどの程度の精度で適用できるのかを把握しておく必要がある。一般に構造物内を伝播する波動は、構造物の形状、地盤特性などによって影響されると考えられるが、ここでは地盤の影響を除いた条件で、構造物の形状の影響を中心に解析的に検討した結果について述べる。

2. 解析手法

解析は3次元衝撃解析プログラムによる有限要素解析とした。メッシュの精度は、打撃波の周期との関係から最大50cm間隔としている。設定したモデルの例を図-1に、材料定数を表-1に示す。打撃力としては計算の安定するsin波を模擬した波形を用い、杭の中心において打撃するものとした。

3. 結果と考察

健全性試験においては一次元の波動伝播を基本としていることから、まず構造物形状の影響について検討した。形状のパラメータとしては杭長/杭径(細長比)を用いた。解析ケースはφ600mmに対して杭長10m、15m、20mの3ケースである。図-2に各ケースの波形を示すが、杭長の違いによって得られる結果にずれが見られる。波動伝播速度の理論値($c = (E/\rho)^{0.5}$)から算出される杭長と計算値の誤差と細長比の関係を図-3に示す。この結果から、杭径が杭長の30倍程度以上でないとい杭は一次元的とは言えなくなり、検査結果にも数%程度の誤差を含んでくることになる。

次に、構造物内に存在する鉄筋の影響について検討した。細長比の検討では、杭体はコンクリートのみでできていると仮定したが、ここでは主筋を図-4のようにモデル化する。鉄筋比は通常の杭を想定して2%、4%とした。鉄筋比と計算誤差の関係を

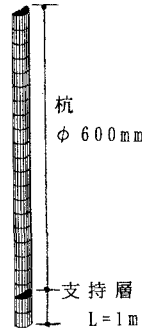


図-1 モデル図

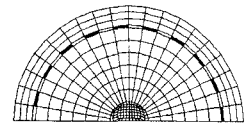
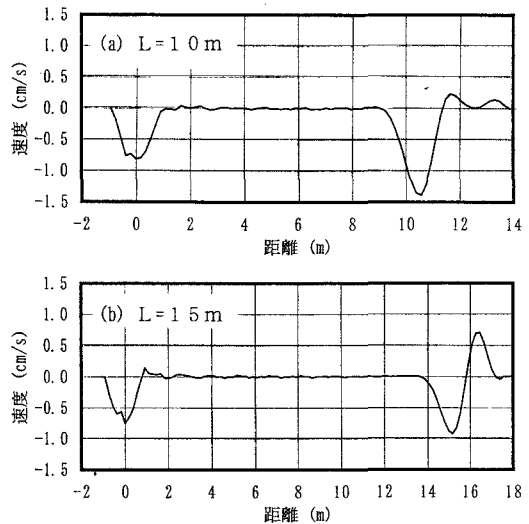


図-4 鉄筋のモデル化

表-1 材料定数

	E (N/m ²)	ν	ρ (t/m ³)
コンクリート	3.43x10 ¹⁰	0.167	2.50
支持層	6.69x10 ⁸	0.450	1.80
鋼材	2.06x10 ¹¹	0.289	7.85



杭、健全性、有限要素法

〒204 東京都清瀬市下清戸4-640、TEL. 0424-95-0949、FAX. 0424-95-0903

図-5に示す。ここで、コンクリートと鉄筋の面積比率によって合成した弾性係数 E および密度 ρ から算出した波動伝播速度(等価伝播速度)を用いると、その誤差は無視しうる程度になることから、検査に際しても鉄筋を考慮する必要があると考えられる。

さらに、杭頭にフーチングがある場合についてフーチング上からの検査の妥当性を検討した。モデルは、杭径600mmに対して、厚さ1mのフーチングを杭頭に設けた。フーチング径が900mmと1500mmのケースの波形を図-6に示す。フーチング径が大きくなるとフーチング内への拡散が卓越して、杭先端からの反射波が捉えにくくなっていることがわかる。

今回は地盤を考慮しない理想的な条件のもとで検討したが、地盤を考慮して解析した一例を図-7に示す。地盤からの反射による影響が加わることによって、杭長の検知に際しては10%近い誤差を見込む必要があるものと推測される。

4. まとめ

杭の健全性試験に関して簡易な解析的検討を試みた。その結果、以下の点が明らかになった。

- (1) I Tは一次元波動理論に基づいた手法であり、構造物の形状が一次元的でない場合には誤差が伴う。したがって、ケーソンのようなマッシブな構造物への適用は難しいと考えられる。
- (2) 場所打ち杭、PHC杭のように鉄筋、PC鋼線などの異物を含んだ場合にもその量に応じて誤差が生じる。しかし、鋼材を考慮した等価な伝播速度を用いることによって誤差を小さくすることができる。
- (3) フーチング上からの検査は、フーチングの径が大きくなると反射波を判別できなくなるため望ましくないと考えられる。

今後、解析的な検討をさらに進めて、I Tの適用限界とそれに応じた使用方法を明確にしていきたい。

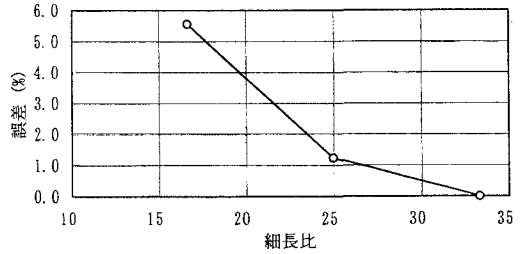


図-3 細長比と誤差の関係

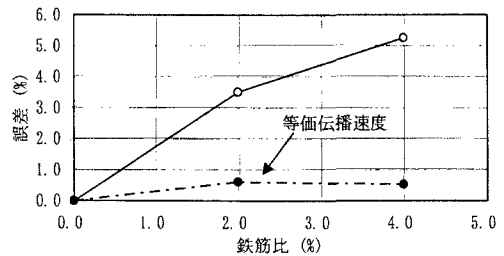


図-5 鉄筋比と誤差の関係

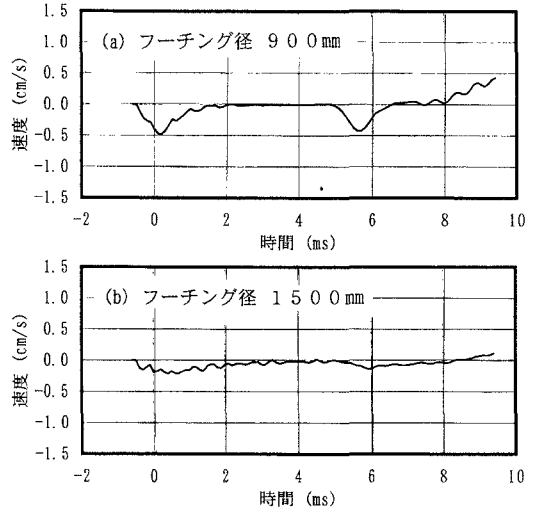


図-6 フーチングの影響

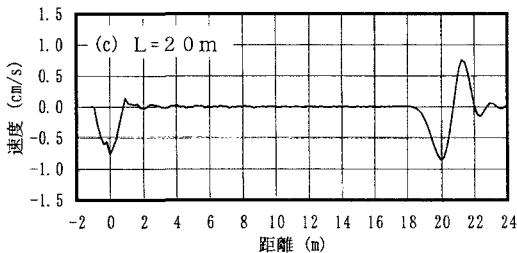


図-2 杭長の影響

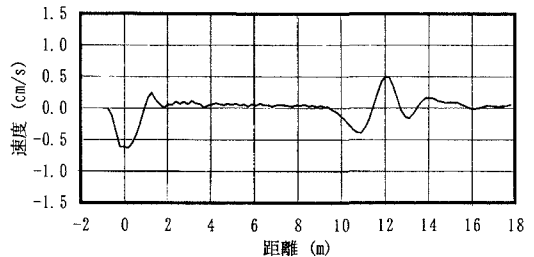


図-7 地盤の考慮した例(L=10m)