

打撃法による構造材料伝播速度の精度

九州共立大学工学部 正員 荒巻 真二
 九州共立大学工学部 正員 鳥野 清
 (株)富士ビー・エス 藤本 良雄
 (有)シビルテクノ 成瀬 久和

1. まえがき

打撃法を用いて杭基礎などの健全度診断が実施されているが、その試験結果の解釈に関して明確な判断基準がない等、今後改善されるべき問題点も多い。

本研究は打撃部の材質が異なる鋼製およびプラスチック製の2種類のハンマーを用いて、H形鋼およびPC矢板に対して打撃試験を実施し、打撃法で最も重要なファクターとなる伝播速度を精度良く求める方法および部材長の算出法を検討したものである。

2. 試験方法

一般に構造材料の伝播速度は非常に速いことから、サンプリング間隔 Δt を小さくしなければならないことと、ピックアップの周波数特性の範囲も広いことが測定の条件となる。使用したピックアップは圧電形加速度計(0.2 ~ 22kHz、TEAC 製)とデジタルレコーダー(最小 $\Delta t = 1 \mu s$ 、TEAC 製)である。

まず、伝播速度が5120m/sであるH形鋼(100×100、長さ3.5mと9.0m)の頭部に加速度計を設置すると共に、もう1個の加速度計の設置位置を変化させ、伝播速度を精度良く求めるのに最小限必要な加速度計間の距離(L)を求めた。同様な試験をPC矢板(長さ4.0mと7.0m、幅は共に1m)に対しても実施した。本試験では $\Delta t = 10 \mu s$ 、記録データ個数 $N = 4098$ 個としている。

3. 試験結果

9.0mのH形鋼を鋼製ハンマーで打撃した時の試験結果を図-1、プラスチックハンマーの結果を図-2に示す。鋼製はプラスチックハンマーに比べて次の特徴がある。

(1) 打撃力の作用時間が短い。(2) 頭部加速度波形におい

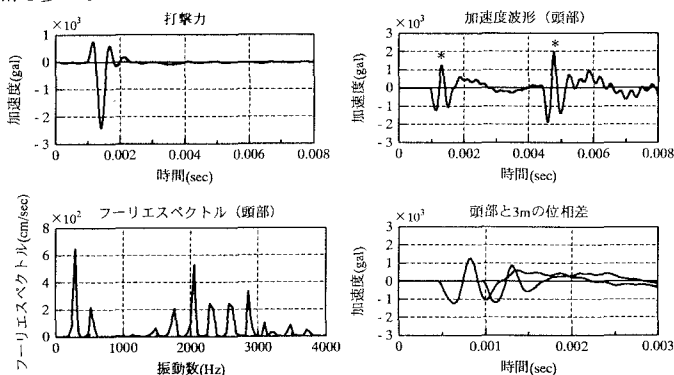


図-1 H型鋼(9m) 鋼製打撃

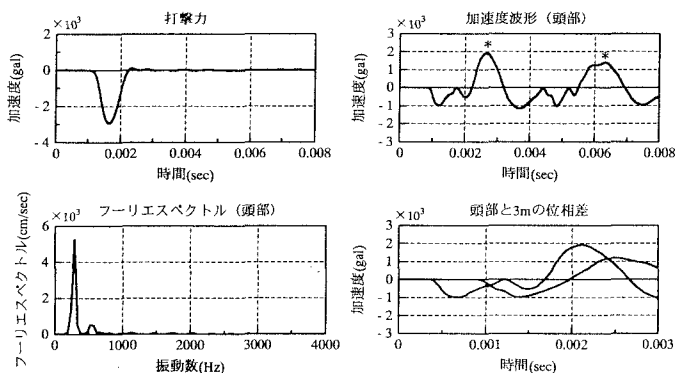


図-2 H型鋼(9m) プラスチック打撃

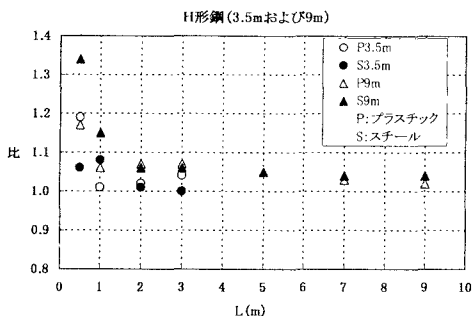


図-3 伝播速度の推定精度

て、下端からの反射波が明瞭であると共に、フーリエスペクトルでは高周波数成分が多い。(3) 加速度波形の位相差判別では差が見られない。

図-3 は鋼の伝播速度 5120m/s に対する加速度計間距離(L)による伝播速度の精度を示したもので、L= 2m 以上離せばハンマーの種類に関係なく、5 % 程度の誤差で伝播速度が得られる。

次に、頭部の加速度波形から部材長を算出する場合、反射波形が明瞭な鋼製ハンマーの方が、反射波形が変形しているプラスチックより精度良く求められる(図-2 中の*印)。一方、フーリエスペクトルから部材長を求める場合、プラスチックではピーク値が 1 個(286Hz)だけであるため、判断しやすい。この時の部材長(ℓ)は次式より得られる。

$$\ell = \frac{V}{2f} = \frac{5120\text{m/s}}{2 \times 286\text{Hz}} = 8.95\text{m}$$

一方、鋼製ハンマーではフーリエスペクトルの最も低いピークが 286Hz となっており、最も低い振動数から部材長を算出できることを示している。

図-4 は PC 矢板(7m)に対する試験結果である。図-5 は加速度計間距離(L)に対する PC 矢板の伝播速度(V)を示したもので、L=4m 以上で $V=$

4400m/s に収束している。プラスチック打撃において、頭部の加速度波形に下端からの反射波らしきものが見られるが H 形鋼ほど明瞭でない。また、鋼製ハンマーにおいても、H 形鋼に比べ高周波数成分が少なく、ハンマーの違いによる影響は小さい。プラスチックおよび鋼製打撃で得られるフーリエスペクトルの卓越振動数 317Hz を用いて部材長を計算すると、 $\ell = 4400/(2 \times 317) = 6.94\text{m}$ となる。

4. まとめ

試験結果をまとめると以下の通りである。

(1) 構造材料の伝播速度は加速度計間距離を 4m 以上離し、初期位相差より求めれば良い。この場合、ハンマーの種類による影響は少ない。

(2) 部材長は材質によらずプラスチック製ハンマー打撃による頭部加速度波形のフーリエスペクトルの卓越振動数から求めることが可能である。

(3) 部材長を頭部の加速度波形から算出する場合は鋼製ハンマーの方が反射波の波形に乱れが少ないため、精度が高い。

今後、杭先端からの反射の成分が小さい実杭等に対する試験を実施し、実用化のための検討を行う予定である。

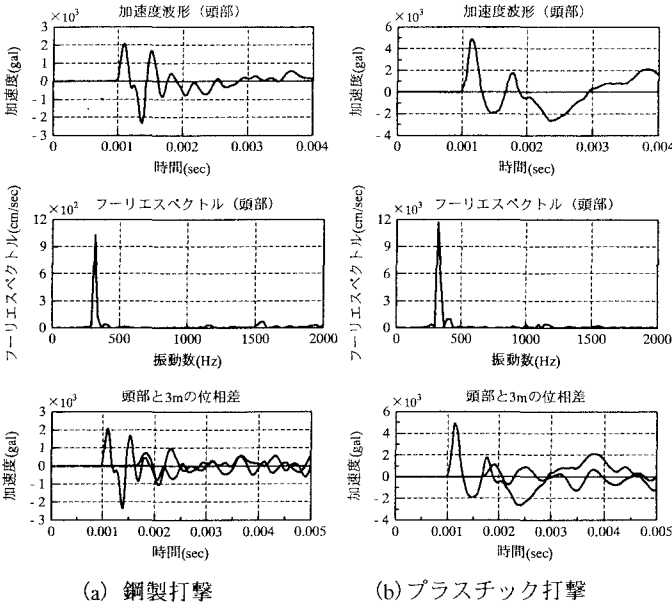


図-4 PC 矢板 (7m)

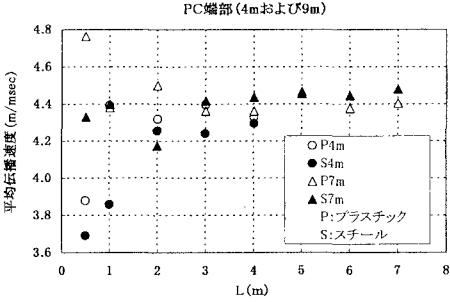


図-5 PC 矢板の伝播速度推定