

Ⅲ-B15

鋼管杭の打撃時の騒音対策

八戸工業大学 正会員 塩井幸武
 鋼管杭協会 正会員 土谷正幸
 アプライド 正会員 境 友昭
 八戸工業大学 学生員 橋詰 豊

1. はじめに

鋼管杭基礎は最も普遍的な基礎形式で、1960年代には橋梁における杭基礎の50%以上を占めていた。鋼管杭は打撃工法を採用できる限り、最も経済的な工法の一つであるが、打撃時の騒音と振動が工法採択の隘路となっている。それで中掘工法やセメントミルク工法などを併用すると経済的に高価なものとなるために都市内では鋼管杭基礎が見られなくなっている。しかし、打撃時の騒音、振動の問題を解決できると鋼管杭基礎の特徴である施工の確実性、経済性、工期の短縮などの観点から優れた基礎形式として広く利用することができるようになる。

そこで鋼管杭の打撃時の騒音を大幅に緩和し、耐久性の高いクッションの開発とそのクッション使用時の動的支持力判定法の樹立を目的に現場試験を行った。試験中の計測を通じて騒音の発生機構などを調べ、対策方法の合理性を確かめることもねらった。その結果を報告するものである。

2. 現場試験

現場試験は宮城県石巻市蛇田地内の跨道橋の橋台の基礎杭を対象とした。杭は直径800mm、長さ32m(10+10+12m)、厚さ16mm/9mm、上杭の断面積394cm²である。地盤条件は図-1の通りである。杭打ち機は重量7tfの油圧ハンマである。

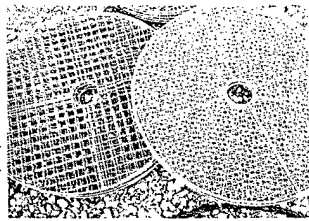


写真-1 2種類のクッション

計測にあたり、動的支持力を測定するために杭頭から2D(1.6m)の位置の対角方向2カ所にDPAS-5センサー(加速度計および歪みゲージ)を軸方向に取り付けた。杭からの放射騒音を測定するためにセンサーの加速度計の1個を半径方向に直すとともに杭から2.5mの点に精密騒音計を置き、鉛直方向、水平方向の加速度および音波形を同時測定した。データはA/D変換してコンピュータに取り込んだ。A/D変換の速度は100μs、データ数は1chあたり1000個である。すなわち、測定時間は100ms(0.1秒)となる。

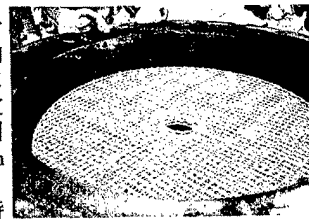


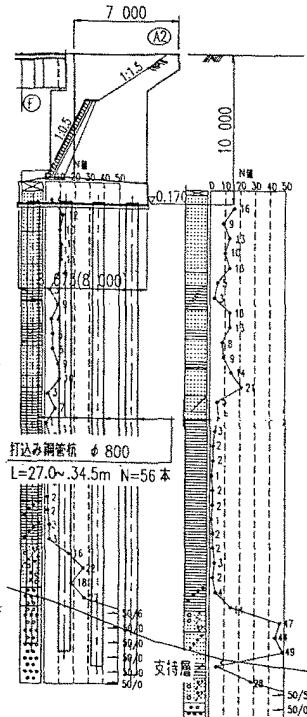
写真-2 杭頭のクッション

この他、通常のペン書きによる打ち止め時の貫入量とリバウンド量の測定、杭から20m地点と30m地点で普通騒音計(NL-04, A特性fast、時定数約0.2秒)による測定を行っている。

試験に使用したクッションは鉄線(径2mm、5mm)を網目状に編んだもの、2種類である(写真-1)。それぞれのクッションを重ねて杭頭部にセットした(写真-2)。組み合わせは(1)2mm網5枚(2)2mm網10枚(3)5mm、2mm網交互7枚である。

3. 測定結果と考察

普通騒音計による測定結果を表-1に示す。加速度計と精密騒音計による測定結果の例を図-2、図-3に示す。周波数スペクトルは最大値を0dBとして標準化したものである。道路橋示方書による支持力推定値を表-2に、波動理論によるクッションのない場合の推定値を表-3に示す。

図-1 杭と地盤柱状図
表-1 騒音の最大値

記号	クッション	騒音レベル dB(A)	
		20m	30m
	既存(樫)	95.0	90.9
(1)	細目5枚	93.8	87.9
(2)	細目10枚	92.7	87.0
(3)	組み合わせ	92.3	87.0
	既存(樫)	94.7	89.3

表-2 示による支持力推定値

クッション材	動的支持力[tf]
無し	280.184592
小5枚	414.7324386
小10枚	494.2379843
大3小4	473.8356381
無し	199.059495
大5枚	223.5818144
無し	416.6549691
無し	631.717402

鋼管杭、打撃応力、打撃時騒音、クッション、動的支持力

〒031 青森県八戸市大字妙字大開 88 TEL 0178-25-8081 FAX 0178-25-0722

表一の結 表一 3 波動論による推定値

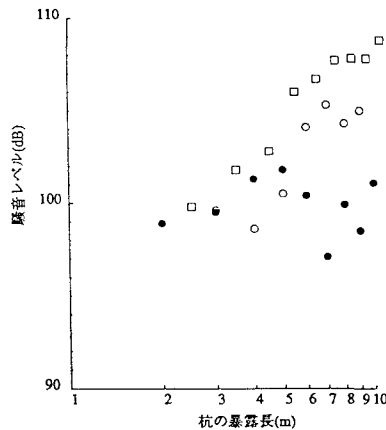
杭の区間長 (m)	貫入抵抗 (tonf)	粘性抵抗
6.64	0.0	0.0010
6.64	0.0	0.0010
6.64	20.0	0.0010
7.10	200.0	0.0010
7.10	100.0	0.0010
34.12	320.0	
先端抵抗	200.0	0.26
合計	520.0	

果からクッションの効果は当初期待していたものより小さく、2-3dBの低下にすぎないこと、すなわち、杭とハンマの接触時の音より管体から発生する音の方が大きいことが判明した。図一2，図一3より騒音の主たる成分は200-800Hzの間にあることと加速度波形と音の波形の相関性の高いことが判る。また、測定を通じて打ち込み中の杭の自由長が小さくなると騒音が小さくなることが観察された。その現象は図一4で検証できる。図中の□●○はそれぞれ上杭、中杭、下杭の打撃時の測定値で、中杭の値の小さいのは地層の硬軟による。これより管体の暴露長が大きいと騒音が大きいこと、すなわち管体から発生する騒音対策が重要であることが判る。

以上の結果から杭体から発生する音のエネルギーを理論的に導くと次式で表すことができる。

$$W = \pi D^3 L \nu^2 \rho c A^2 / C_p^2$$

ここで、
W：騒音のパワー、D：杭外径、
L：杭の露出長、 ν ：ポアソン比、 ρ ：空気
の密度、c：空気中の音速、A
：加速度の時間波形、 C_p ：弾
性波の杭体内の伝播速度
すなわち、管体からの騒音は
杭径、露出長、打撃応力の関数
となる。

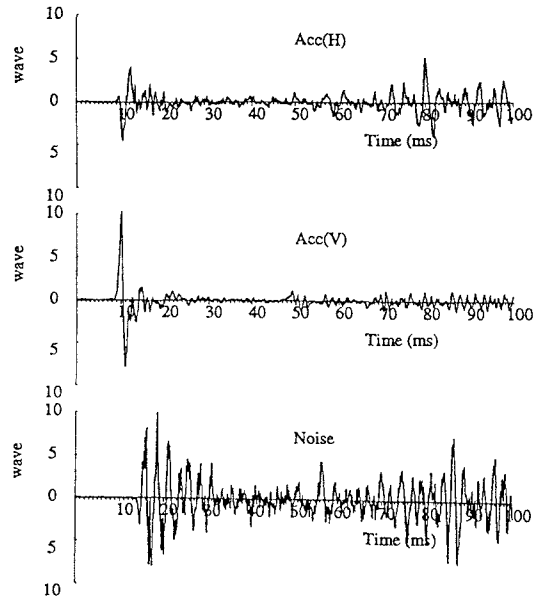


4. 結論と課題 図一4 暴露長と騒音レベルの関係

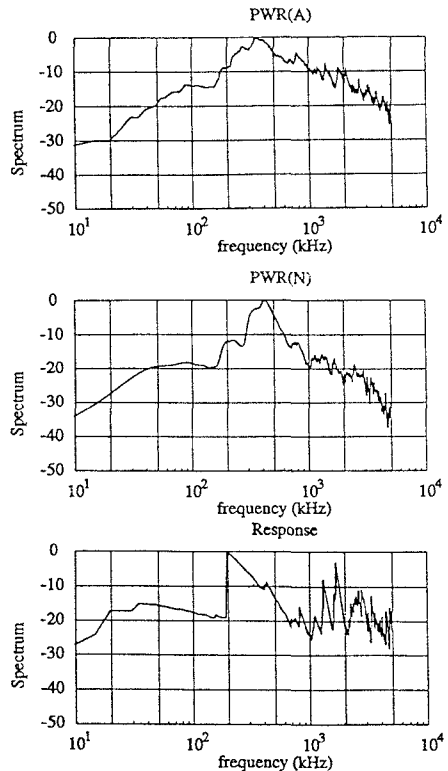
本試験から鋼管杭の打撃時騒音の主たる部分は管体から発生することが判明したので、今後はクッションの効果も含めて杭体内の打撃時応力の立ち上がり勾配を小さくする方策を考えていく必要がある。

この試験で考案されたクッションは想定以上に弾力があり、耐久性も認められたことを付記する。

なお、本研究は（社）鋼材倶楽部の研究助成金で実施されたことと現場では建設省東北地方建設局仙台工事事務所、KK本間組、日本車輻KK、岡部テックKKほか、多くの方々の御協力のおかげで計測できたことを記し、感謝の意を表します。



図一2 杭体内の水平方向、鉛直方向の加速度、2.5m地点での騒音の測定事例



図一3 図一2の加速度波形、騒音波形の周波数スペクトルと周波数応答関数