

III-421 波動理論に基づく杭基礎の支持力推定における打撃エネルギーの影響

川崎製鉄(株)○正員 脇屋 泰士 川崎製鉄(株)正員 橋本 修身
川鉄 テクノ-コンストラクション(株) 正員 尾関 史洋

1. 緒言

近年波動理論を適用して杭の動的貫入抵抗力を算定する方法が盛んに研究されつつあるが¹⁾、この方法は杭を打撃することによって発揮される地盤の反力を動的貫入抵抗力として算定しようとするものであり、打撃力が異なれば、得られる動的貫入抵抗力も異なることが予想される²⁾。今後動的貫入抵抗力と静的支持力との関係を議論していくためには、動的貫入抵抗力を適正に評価することが重要であり、そのためには杭に与えるべき適切な打撃エネルギーを明らかにする必要があると考えられる。本実験では打撃力を調整できる油圧ハンマを使用して打撃エネルギーを変化させ、算定される動的貫入抵抗力への影響について検討を行った。

2. 試験概要

実験は十分な打撃エネルギーで杭を再打撃した場合(試験Ⅰ)と過小な打撃エネルギーで杭を再打撃した場合(試験Ⅱ)とについて、得られる動的貫入抵抗力の違いを検討するため、打撃エネルギーを表-2に示すように6段階に変化させ試験を行った。計測は各打撃エネルギーレベルにおいて5打撃づつPDA(Pile Driving Analyzer)を用いて行い、動的貫入抵抗力の算定はCAPWAPC法によった。

表-1 実験諸元

	試験Ⅰ	試験Ⅱ
杭 径	$\phi=1500\text{mm}$	$\phi=711\text{mm}$
板 厚	$t=18(38)\text{mm}$	$t=11\text{mm}$
杭 長	$L=56.8\text{m}$	$L=54\text{m}$
貫入深度	$G.L=20.2\text{m}$	$G.L=52\text{m}$
試験時期	打設後10日 および 打設後23日	打設後14日後

3. 結果および考察

図-1に試験Ⅰの結果として打撃エネルギーと動的貫入抵抗力および貫入量を示している。動的貫入抵抗力は打撃エネルギーが大きくなるにしたがい増加しているが、貫入量が急増する20.7ton・m以上の領域では減少している。これは打撃エネルギーを小さい段階から順に増加させながら試験を行ったため、大きいエネルギーでの打撃時には通常の打撃数が多くなり、徐々に地盤が乱され、周面抵抗力が減少したためである。仮に地盤が乱されない状態で適切な打撃を行えば、地盤の発揮する最大の抵抗力が存在し、動的貫入抵抗は破線で示すように、一定値に収束すると考えられる。したがって杭の極限の動的貫入抵抗を推定するためには、ある一定値以上の打撃エネルギーで計測を行う必要がある。図-2に試験Ⅱの場合の打撃エネルギーと動的貫入抵抗力および貫入量を示す。打撃エネルギーを大きくしていくと算定される動的貫入抵抗力も大きくなるが、試験Ⅰのようなピーク値は現

表-2 ハンマおよび打撃エネルギー

試験Ⅰ	油圧ハンマ	IHC-500 ラム重量50ton					
	打撃エネルギー (ton・m)	5.8	11.5	15.0	18.2	20.7	21.8
試験Ⅱ	油圧ハンマ	NH-100 ラム重量10ton					
	打撃エネルギー	3.6	5.4	7.2	9.0	10.8	14.4

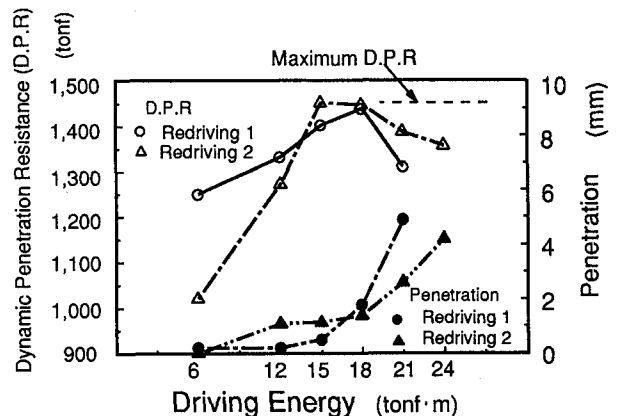


図-1 打撃エネルギーと動的貫入抵抗力および貫入量(試験Ⅰ)

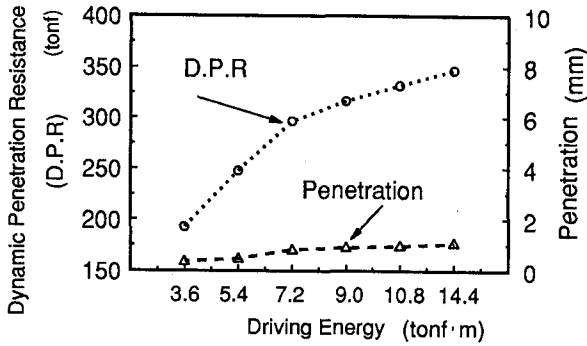


図-2 打撃エネルギーと動的貫入抵抗力
および貫入量(試験Ⅱ)

われていない。貫入量も徐々に増加しているが、最大エネルギー時においても1mm程度の貫入量であった。図-3に試験Ⅱの打撃エネルギーが3.6, 9.0および14.4ton・mの場合の深度方向の周面抵抗力分布を示す。打撃エネルギーの増加にともない発揮される周面抵抗力も増加していることがわかる。

表-3 実験諸元

杭 径	$\phi=610\text{mm}$
板 厚	$t=9\text{mm}$
杭 長	$L=36\text{m}$
貫入深度	$G.L=34.5\text{m}$
使用ハンマ	K-45
打撃試験時期	打設後17日
載荷試験時期	打設後49日

図-4は試験Ⅱの試験杭から20m離れた位置で、表-3に示す諸元で別途再打撃試験と静的載荷試験を行い、その結果得られた深度方向の周面抵抗力分布を示す。この試験結果では静的載荷試験による極限支持力は558tonf、CAPWAPCの結果は498tonfであり、適切な打撃エネルギーで打撃すれば精度良く静的支持力を推定することが可能である。また、試験Ⅱとほぼ同様の地盤であることから、図-3の周面抵抗力分布を比較すると上層部では抵抗力はほぼ一致しているが、G.L-16m以深では大きく異なっていることがわかる。杭の周面抵抗力は杭と地盤の相対変位量に依存するものであるから、図-3では上層部には変位が生じ、抵抗力が発揮されているが、G.L-16m以深には十分エネルギーが伝達せず、周面抵抗力が十分に発揮されていないことが考えられる。

3. 結語

今後本法を有効に利用して行くためには、動的貫入抵抗力を適正に評価することが重要であり、そのためには杭と地盤の十分な相対変位量を与える打撃エネルギーで計測を行う必要がある。最近では打撃エネルギーを変えることのできる油圧ハンマの使用も増加しており、今後ともデータを蓄積することにより、打撃試験における適切な打撃エネルギーを明らかにして行きたいと考えている。

参考文献 1) 松本樹典:「鋼管杭の動的および静的支持力特性評価に関する研究」, 京都大学学位論文, 1989.

2) 藤田圭一:「波動理論における杭の貫入抵抗と静的支持力」, 第25回土質工学研究発表会, 1990.

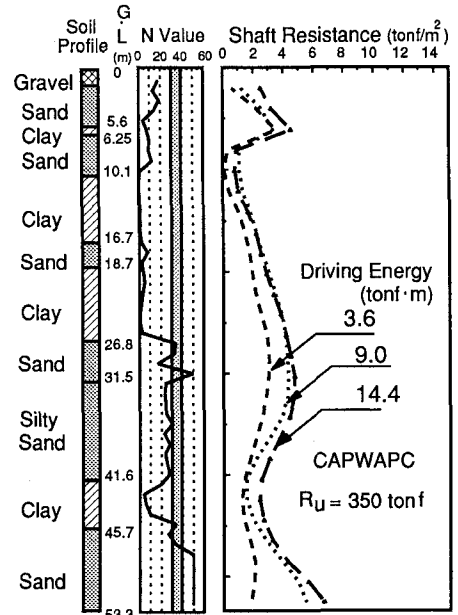


図-3 周面抵抗力分布(試験Ⅱ)

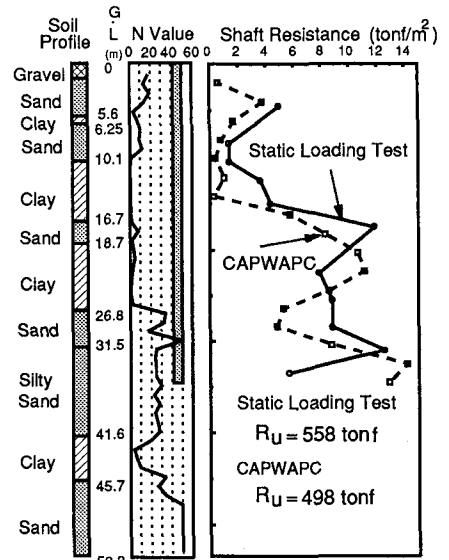


図-4 周面抵抗力分布

(CAPWAPCおよび載荷試験)