

III-56

杭打ちにおけるエネルギーの伝達（その2：地盤特性の影響）

金沢大学大学院 学生員 ○河上 清和
金沢大学工学部 正会員 西田 義親
金沢大学工学部 正会員 松本 樹典

1. 研究目的

同名報告（その1）では、ハンマの打撃エネルギーの杭への伝達機構について解析を行った。本報告では、地盤特性（動的周面摩擦特性）がハンマと杭の動的挙動および杭打ち時のエネルギー伝達におよぼす影響について、杭の最終貫入量に達するまでの解析を行った。

2. 解析条件

(a) 解析モデル 本研究においては、図-1に示す杭-地盤モデルを考えた。杭頭より72.5cmの所から厚さ20cmの地盤があるとし、杭は周面摩擦力のみにより支持されているとした。

(b) ハンマと杭の諸元 表-1に解析に用いたハンマと杭の諸元を示す。今回の解析は、地盤特性がエネルギー伝達におよぼす影響について調べるため、打撃に関する条件を一定にした。ハンマの落下高を40cm、打撃エネルギー U_0 を215.33kgf・cmと一定とした。また、ハンマの形状に関しても一定とした。

(c) 動的周面摩擦動員モデル¹⁾ 図-2は今回の解析に用いた弾・塑性型周面摩擦特性である。動的周面摩擦特性は最大摩擦力 τ_{max} と、杭と地盤の境界面の剛性 k の2つのパラメータで表される。 τ_{max} と k の値をいろいろ変えて表-2に示すRun1～Run4までの計4通りの解析を行った。周面摩擦による全支持力 R_u は、Run1およびRun2において467kgf、Run3およびRun4において934kgfである。

3. 解析結果

(a) ハンマと杭の動的挙動およびエネルギー伝達

図-3の(a)図は、Run1の解析条件での杭頭から40cmの位置（ゲージ点）の応力を示す。また(b)図はハンマ端と杭頭の変位、(c)図はエネルギー伝達の時間的変化を示す。図-3(b)に示されるようにハンマと杭が何回かの衝突・分離を繰り返しながら杭は貫入する。このことは(a)図の応力波形に顕著に表れている。杭が最大貫入量 S_{max} に達

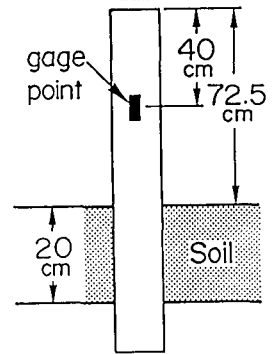


図-1 解析モデル

した後、地盤の弾性変形の回復により杭はリバウンドを生じている。そして杭は最終貫入状態となる。一方ハンマは、あるはね上がり速度 V_{HR} ではね上がる。このはね上がりは地盤

表-1 杭とハンマの諸元

		杭	ハンマ
断面積	(cm ²)	1.695	7.708
長さ	(cm)	100.000	7.360
密度	(g/cm ³)	7.379	7.812
重量	(kgf)	1.251	5.383
ヤング率	(kgf/cm ²)	2.1×10^6	2.1×10^6
波速度	(m/sec)	5290	5150
落下高さ	(cm)	-	40.0

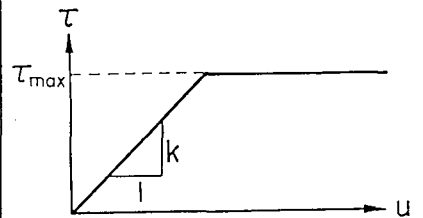


図-2 周面摩擦特性

表-2 解析に用いた地盤特性と解析結果

	τ_{max} (kgf/cm ²)	k (kgf/cm ³)	R_u (kgf)	U_p (kgf・cm)	U_H (kgf・cm)	W_{PS} (kgf・cm)	W_{PS}/U_0	S_f (cm)	V_{HR} (cm/s)
Run 1	3.0	50	467	6.389	13.417	195.528	0.908	0.380	56.18
Run 2	3.0	150	467	4.639	4.800	205.895	0.956	0.402	28.60
Run 3	6.0	200	934	3.741	23.756	187.837	0.872	0.195	89.81
Run 4	6.0	600	934	6.021	11.922	197.391	0.917	0.198	63.68

が存在しなければハンマの重量に関わらず生じないことが(その1)で報告されている。したがって、ハンマのはね上がりは、地盤特性の影響によって生ずるものである。図-3(c)は、エネルギー伝達の時間的变化を示したものである。 U_H はハンマの全エネルギー、 U_p は杭の全エネルギー、 W_{PS} は杭と地盤の境界面での仕事量、すなわち杭の貫入に要するエネルギーである。ハンマの持つエネルギーは何度かの衝突で杭に伝達する。杭の全エネルギーはハンマとの衝突後一旦大きくなるが、杭の貫入にそのエネルギーが使われるためすぐに減少する。杭が最大貫入量に達した時点では、ハンマの打撃エネルギー(U_0)のほぼ全部が杭の貫入に用いられる($U_0 \approx W_{PS}$)。しかし、その後地盤の弾性変形の回復により W_{PS} はいくらか減少する。一方ハンマの全エネルギーは増加する。この時ハンマのはね上がり、ハンマの持つ全エネルギーは一定の値となる。この値はハンマのはね上がり速度 V_{HR} より求まる運動エネルギーとほぼ等しくなる。他の解析においても、以上述べたことと同様の傾向が見られた。

表-2に、行ったすべての解析結果をまとめた。この表で S_f は杭の最終貫入量を示している。表-2に示した解析結果より、 τ_{max} が等しい時 k が大きくなると打撃エネルギーのうち貫入に用いられるエネルギーの割合(W_{PS}/U_0)が大きくなる。同時に最終貫入量も大きくなっている。

(b)ハンマのはね上がりと地盤特性の影響

表-2からはね上がり速度 V_{HR} は、地盤特性が変ることによって大きく変化することがわかる。図-4は、ハンマのはね上がり後の動きである。 τ_{max} が等しい時、杭と地盤の境界面の剛性 k が小さいほどはね上がり高さは大きくなる。したがって、ハンマのはね上がりはきわめて地盤特性の影響を受けやすく、逆にハンマのはね上がりで地盤特性を知る手がかりとなる。先端抵抗支持杭について宇都ら(1976)は、ハンマのはね上がりと地盤特性との関係を示した。

本研究で周面摩擦支持杭においても同様のことがいえることがわかった。図-4はね上がり後のハンマの動き

4. 今後の課題 今後、地盤の特性が杭打ちにおけるハンマおよび杭の動的挙動に及ぼす影響について明らかにしていく予定である。

5. 謝辞 日頃、助言を頂いている金沢大学・太田 秀樹教授に感謝の意を表します。

6. 参考文献

- 1) Nishida, Sekiguchi and Matsumoto(1985): "Characterization of Skin Friction at the Pile- Soil Interface by Inverse Analysis of Stress Waves," Proc. 5th Int. Conf. Numerical Methods in Geomechanics, Nagoya, Vol. 2, pp.773-780.
- 2) 宇都・冬木・近藤・池田(1976): 「標準貫入試験に関する基礎的研究」、第11回土質工学研究発表会、pp.25-28.

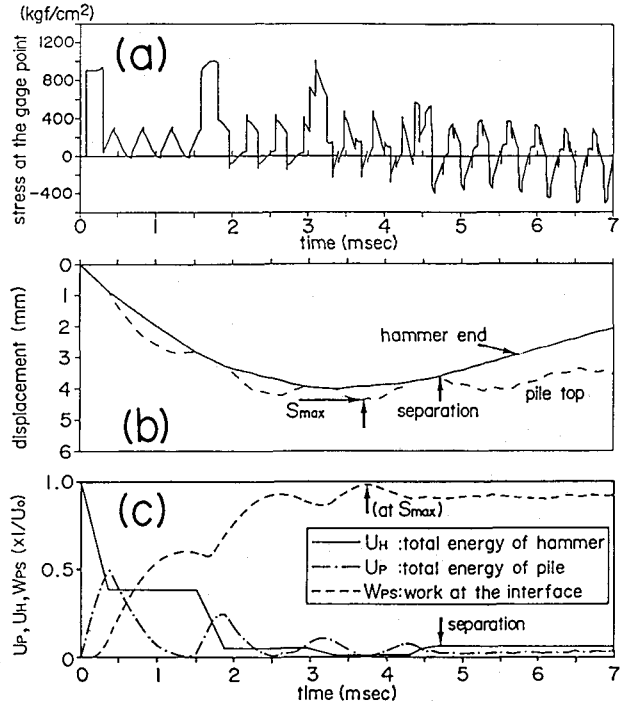


図-3 Run 1の解析結果

