

地下遅散減衰試験について

中部電力総合技術研究所 水野教弘, 藤垣 豪

1. まえがき

地盤と構造物の相互作用は構造物の動的挙動を検討する際には基本的な問題となる。地盤の動的抵抗はバネ, 付加質量, ダンペ・ポットで近似的に表示されるが, ここでダンペ・ポットの部材に重量を置くと, ①地盤の放射減衰, ②土の内部減衰, ③構造物周辺地盤の非線型性による履歴減衰の3種があげられる。この内放射減衰が他の減衰要素にくらべ著しく大きいために, 他の減衰要素は無視される。この場合微小変位での挙動は問題ないが, 比較的大きな変位を考える場合は問題となる。

しかし地盤の大きく変形した場合のレオロジカルな特性は種々の要因により多様性を示すため, 非線型効果を理論として定着させる方法を探しているのが現状である。ここでは剛基礎が比較的大きな変位で振動する場合の減衰に焦点を合わせ実験を行った。

2. 実験概要

地盤(関東ローム)のS波の速度を測定した地盤上に図1に示す様に基礎模型, 測定器を設置した。実験の各種定数は次の様である。

載荷盤重量(W)	サーボ・ジブ部	3,580 kg
	フーチング部	1,280 kg
	計	4,860 kg
		$M = 4.96 \text{ kg cm}^2/\text{sec}^2$
地盤単位体積重量(平均)		$W = 1.675 \text{ t/m}^3$
		$P = 1.73 \times 10^8 \text{ kg/m}^2$
載荷盤底面積 S		$S = 2.54 \times 10^6 \text{ cm}^2$
弾性波速度		$V_s = 125 \text{ m/sec}$
		$V_p = 235 \text{ m/sec}$
地盤ポアソン比		$\nu = 0.3$

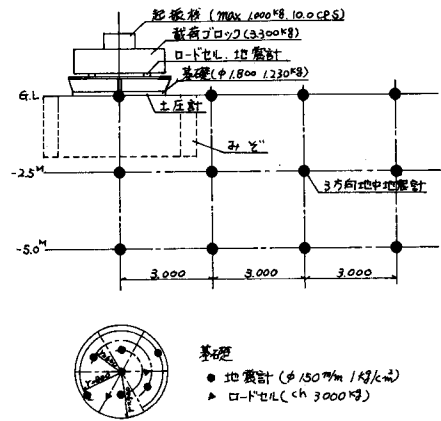


図 1

3. 地盤の振動解析

実験における起振力および変位, 応力は無限地盤に

おいて起振加力を軸とする対称問題である。地盤を完全弾性体として $P_0 e^{i\omega t}$ の圧力が半径 a の面積に加わった場合, a に比して極座標上の動径 R が充分大である時の固体波と表面波の振動変位は文献1より求められる。これらの変位式を用いて, これを1サイクルの間の時間で積分し, さらに固体波に関して R の半径をもつ半球面で, 表面波に対しては R の円筒面で積分すれば, 1サイクル内に放出されるエネルギーの総量を求める事ができる。これらの式は板半径 a に対して, 充分に遠い点でなければならぬ。しかし内部粘性のない完全弾性体では, 板に比較的近い点で変位分布の乱れが生じて, エネルギー損失がないため, 離れた場所では, 運動エネルギーは載荷盤付近を通過するエネルギー総量に等しい。一方実験においては, 荷重分布 P_0 が地盤に加わるのではないしまたそれに

よって発生したエネルギーは板近傍の非線型領域で一部喪われ、残部が放出される。それゆえ今板が放出する全エネルギー E から非線型領域で消費されるエネルギー ΔE を差し引いたエネルギー $E_R = E - \Delta E$ が放射エネルギーとして弾性地盤に伝播すると仮定する。また板下の圧力分布と非線型領域が存在するため生ずる種々の影響をも包含する等分布圧力 P_0 が存在するとする。この仮定から地盤中の測定点の粒子速度が測定されれば遂にその点をその速度で振動させる等分布圧力 P_0 が決定されそれより E_R を計算できる。また板の振動変位より算出した全エネルギー E と E_R を比較して ΔE を算出できる。上述に従って計算すると地表面および板直下での放射エネルギー E_R は全エネルギー E よりも大きな値を示した。この理由が地表面50cm程度は割りに締め固められているためと、変位応答が大きく、みかけの弾性係数が低下しているにもかかわらず、同じ弾性係数を用いたためであると思われる。基礎から放射されたエネルギー E_R と全エネルギー E との比率 $\frac{E_R}{E}$ を図2に示す。図中の線は2次曲線補間で求めたものである。完全弾性体ではこれが一律に1になるはずである。それ故板の大変位振動の影響を強く受けるのは板直下と地表面である事がわかった。一方板よりある程度離ればエネルギー比率 $\frac{E_R}{E}$ は板振力が大きくなり非線型領域が拡大するにもかかわらずあまり変わっていない。これらの点では算出したエネルギー E_R は実際のエネルギー放出総量に比例する事が考えられる。この仮定からすれば同一変位で各測定点配は一致するはずであるが実際には一致しないので、それらを平均化する。その平均配を用いて非線型性による減衰エネルギー ΔE を算出すると各エネルギー比率図3となった。

4. 結論

平均動的応力 $6\text{dyn}/\text{cm}^2$ 以下で付載荷板周辺の損失エネルギーは90%以上地中への放射エネルギーとなるが $6\text{dyn}/\text{cm}^2$ に達すると約25%が載荷板周辺で消費され残りは放射エネルギーとなり $6\text{dyn}/\text{cm}^2$ になると約30%が載荷板周辺で消費され、これ以上では飽和する傾向がみられた。

なおこの実験、解析にあたり、電力中央研究所の岡田各位に厚く感謝の意を表す。

参考文献

Miller, G.F.; Pursey H.

On the Partition of Energy between Elastic Waves in a

Semi-infinite Solid Proc. Royal Soc. A233 579 1955 他

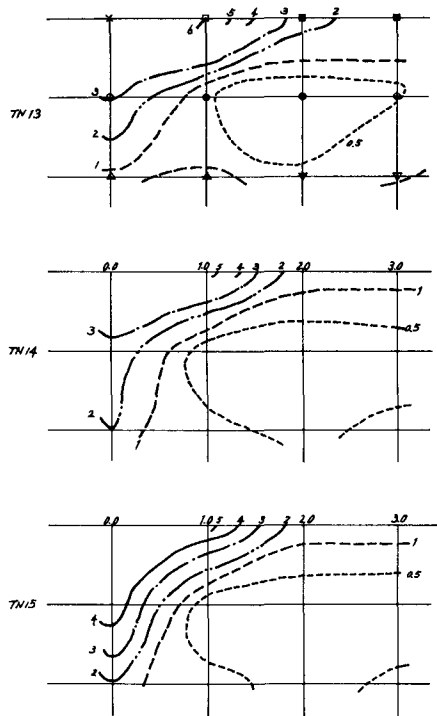


図 2

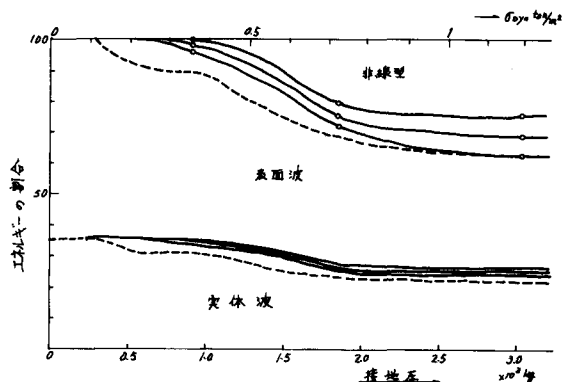


図 3