

清水建設(株) 正会員 石井 清
 清水建設(株) 正会員 赤尾 嘉彦
 東京ガス(株) 正会員 小山 和夫

§1. はしがき

最近の原子力発電所や大型土木構造物のように平面あるいは深さ方向に大きな広がりをもつ構造物になると、基礎に到達する地震動のわずかな時間差あるいは波動のみで入力地動を決定する際に重要な意味を持つことがわかってきた。そしてこれは入力損失と呼ばれる現象として異なる2地盤間にある地動の位相ずれ、振幅差といったものを比較的剛な基礎版が拘束することにより、基礎は一種のローパスフィルターとしての働きを示すこととして表われる。著者らは大型地下タンクをはじめとする実在構造物の地震観測記録より、この効果について検討を進めてきている。この検討結果からは基礎の埋込み深さが入力損失の効果と関係が深いことなどが確認されたが、検討事例が十数例と数少ないことから基礎幅と埋込み深さとの関係などより詳細な検討は行っていない。

本研究では、検討事例を増すという意味、また要因分析をより条件の整った実測データより行うということも研究のゆらいとして、大型地下タンクの常時微動測定より入力損失の効果を検討してみることにした。

§2. 地震観測結果と常時微動測定結果との対比

入力損失の効果は地震時に観測される現象である。この現象を常時微動測定から本当に検討できらるであろうか。この点を事前検討として、地震観測を実施している地下タンクにおいて、常時微動を測定し地震観測結果と比較した。結果を図-1に示す。図には入力損失の検討で重要な基礎/地盤(G/L-1m)の伝達関数を示している。

図からは振動数0 Hzでゲイン1.0から始まり、振動数の増加に伴いその値(ゲイン)を小さくするという入力損失の傾向がはっきりと出ている。また、両者の対比も2.5 Hzまでは大変良い。3 Hz以上で常時微動測定結果が地震観測結果よりもゲインが小さいのは波動のパワーの大小による影響と思われる。

§3. 常時微動測定の概要

常時微動測定はタンク側壁上部と周辺地盤の2点において、タンク上、 θ 、 ϕ 方向の3成分計6本の同時観測を行なった(以下の検討では θ 方向の解析結果を報告する)。タンクと地盤との距離は20~30 m程度がたい。測定計器には1~100 Hzまでがフラットで0.5 Hzで0.6程度となるサーボ型低域振動計を用いカセットデータレコーダに記録を収めた。データは清水建設(株)移動計測室車載の米国 Gen Rad社のデジタル信号処理モジュールにより解析が行われた。具体的なデータ処理内容は0.017秒間隔、データ数N1024のFFTを50回くり返し、それらの平均よりパワースペクトル、伝達関数を同定している。

§4. 常時微動測定の結果

測定の実施されたタンクは約20程度である。その中で比較的是っきりした傾向の見出せた以下の例について説明する。

図-2は地震観測の行なわれている地下タンク(§2と同じタンク)における常時微動波形である。同図からはタンクが地盤とくら

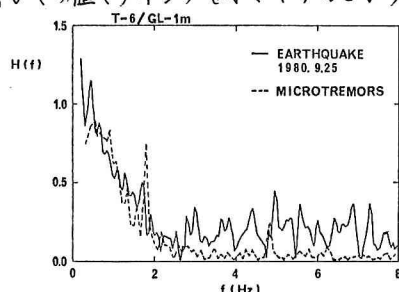


図-1 基礎/地盤の伝達関数

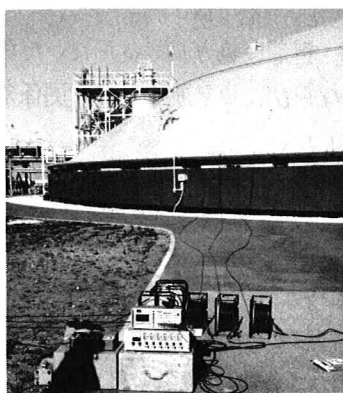


写真-1 常時微動測定風景

べほとんど動いていないことがわかる。この波形に対してローパスフィルターをかけたものが図-3である。図-3からはローパスフィルターの振動数を 5.6 Hz から 2.8 Hz 、そして 1.4 Hz と下げるに従ってタンクと地盤の動きが似てくることがわかる。すなわち、地盤とタンクとは低振動数領域にないばなるほど同じような振動方をしていえる。(今回の常時微動測定ではノイズ成分の少ない速度記録により計測を行ったが上記の傾向はほぼ同様である。)

常時微動測定の結果より得られたタンク側壁天端/地盤(地表)の伝達関数を図-4および図-5に示す。各図には2本の線が入れられているが、これは隣接する形状寸法の異なる地下タンクの結果である。およその形状は図中に示す通りであるが図-4の直径 D は 68 m 、埋込み深さ H は 24.5 m 、図-5の D は 25 m 、 H は 15 m である。また、図-4と図-5はまったく独立した地層、地質で得られた結果である。そして、図-4の深さの深い方は施工中であって底版打設前に計測が行われた。

図からは、タンクの規模が大きくなるにつれて、ローパスフィルターとしての効果が強くなることなどがわかる。また、特に図-4では直径がほぼ同じで、埋込み深さのみが約2倍違うタンクの比較であるが、ゲイン 0.5 となる振動数が浅い方で 2.9 Hz 、深い方で 1.4 Hz とこの減少の仕方も比例していることがわかる。これらの結果は入力損失の効果に埋込み深さが大きく寄与していることを示す有力な実証例といえよう。

§5. あとがき

本研究では常時微動測定より入力損失の効果を検討した。はじめに、地震観測結果と常時微動測定の結果を比較することによって、常時微動測定の有用性を示した。そして、常時微動測定の結果より外形寸法の異なる地下タンクの結果の違いについて簡単な考察を行った。今後はフィルターの強弱とタンクの外形寸法、地盤定数などとの関係を明らかにしたい。

最後に、測定に協力していただいた東京ガス(株)、清水建設(株)ならびに東京測振(株)の関係者の皆さんに感謝の意を表したい。

参考文献 1) 山原 浩;地震時の地動と地震時の入力損失,日本建築学会論文報告集, No.165, 1969およびNo.167, 1970
2) 石井 清;設計用の入力損失フィルターの提案,清水建設研究所報, Vol.33, 1980.10, 3) 石井 清, 山原 浩;大型地下タンクの実測記録による地震波の入力損失の検討,日本建築学会論文報告集(投稿中)

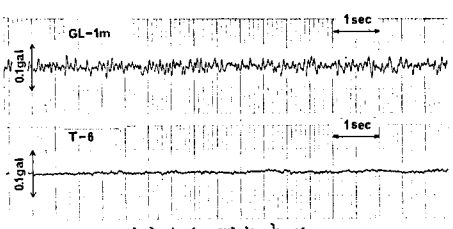


図-2 常時微動測定波形

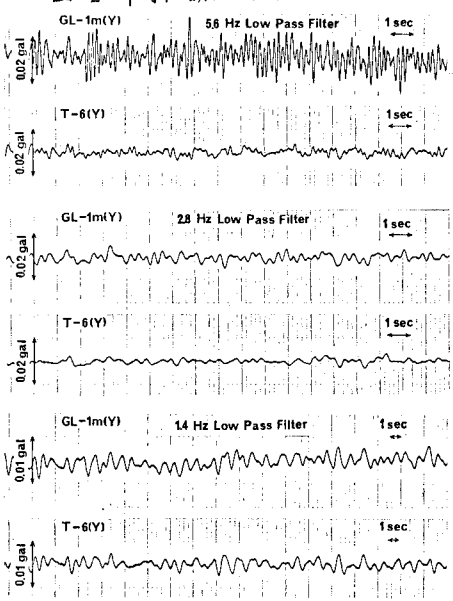


図-3 測定波形のフィルター処理

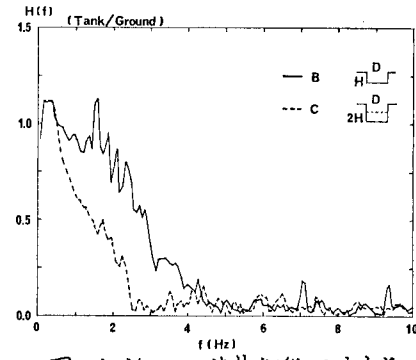


図-4 地下タンクの基礎/地盤の伝達関数

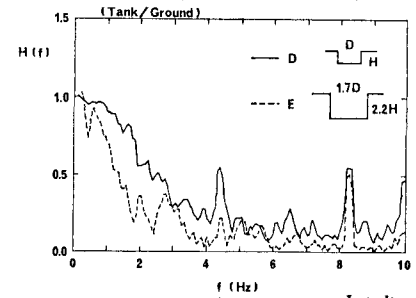


図-5 地下タンクの基礎/地盤の伝達関数