

I-523

常時微動から推定される大型PC円筒構造物の振動特性

大阪ガス 正会員 北村 八朗
 大林組 ○正会員 江尻 謙嗣
 大林組 正会員 後藤 洋三

1. はじめに

大阪ガス姫路製造所内に建設された No. 1-3 LNGタンクの防液堤は、直径約90m、壁高さ14mの大型PC円筒構造物である。この防液堤の耐震設計は修正震度法によっているが、図-1に示すように、躯体完成後防液堤の外周に周辺盛土が施工されることから、応答変位法ならびに動的応答解析による安全性の検討も行われている。ここでは、応答変位法による安全性検討の必要性を確認するために常時微動測定を実施したので、その結果を報告する。常時微動の測定は、盛土の施工前後に実施し、盛土による防液堤の振動特性の変化を比較した。振動特性は固有振動数と固有振動モード（花弁型の振動モード）に着目している。

（以下、盛土前をCASE 1，盛土後をCASE 2と称す。）

2. 常時微動測定

測定は、1986年9月と10月に防液堤の堤頂と周辺地盤で行なった。図-1に、測点の配置図を示す。堤頂には円周方向に45°ピッチで8台、周辺地盤には4台（堤内2台、堤外2台）、の計12台の水平微動計を配置し、半径方向の速度記録を同時測定した。微動計はサーボ型速度計である。尚、外乱の影響をできるだけ避けるため測定は深夜の時間帯に実施した。

3. 固有振動数の推定と振動モード

防液堤の固有振動数は、堤頂の8測点での微動中に共通して表われるという観点から、それらの平均スペクトルを求めたものが図-3である。スペクトル中に卓越する5.47Hz、7.47Hzのピークは、別途実施した遠方地盤での常時微動測定結果とこの振動数における防液堤の振動モードの乱れから、機械振動等の外乱によるものと推定された。また、0.73Hz、2.3Hz、6.5Hz付近のピークは、周辺地盤の常時微動と現地地盤の微小歪における固有値解析結果から、地盤の固有振動数によるものと思われる。上記以外のピークについて、振動モードを調べた結果、CASE 1においては、図-4に示すように比較的明瞭な防液堤の花弁型の固有振動モードが見られた。ここに、4.35Hzは3次の3葉型、4.69Hzは4次の4葉型、4.88Hzは2次の楕円型、12.55Hzは0次の大円、小円が繰り返す型となっている。CASE 2では7.86Hzに3次の3葉型の振動モードが見られたが、それ以外では、防液堤の固有振動モードは判別できなかった。図-3の堤頂の平均スペクトルを比較すると、CASE 2はCASE 1に比べて防液堤の固有振動数付近のスペクトル振幅が小さくなっており、逆に地盤の固有振動数付近のスペクトル振幅が大きくなっている。

以上から、CASE 2において防液堤の固有振動モードが判別できなかった理由は、盛土が防液堤の固有振動を拘束しかつ地盤振動が防液堤の振動に強く影響を及ぼすようになったためと考えられる。

図-5には、CASE 2の地盤固有振動数2.34Hzにおける防液堤の変形の時間的变化を示す。周辺地盤に拘束されるため各測点の位相は乱れているが、防液堤はほぼ楕円形の変形を受けていることがわかる。

このことから、盛土後の防液堤では応答変位法を適用した両押型の荷重載荷による検討が必要となるものと思われる。

4. おわりに

常時微動の測定結果から、盛土前では防液堤の花弁型の振動モードが見られるが、盛土後ではその様な振動モードは明瞭には見られず、防液堤は地盤振動の影響を強く受けて楕円形の変形が卓越するようになることがわかった。以上より、盛土後の防液堤は、今回の設計で実施したように応答変位法により安全性を検討する必要があることが確認された。

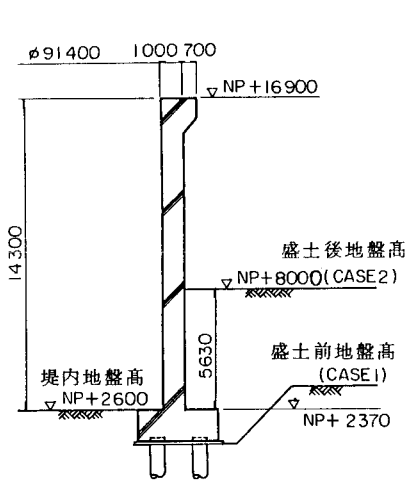


図-1 構造断面図

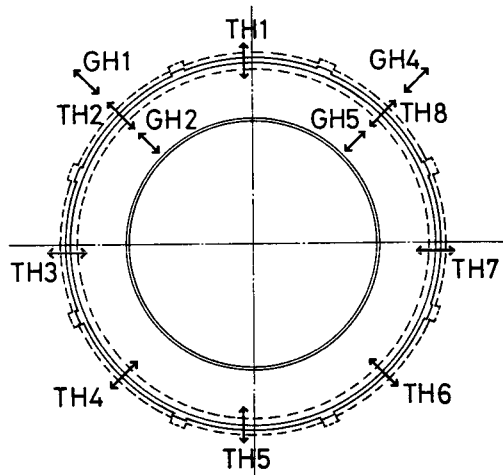


図-2 測点配置図

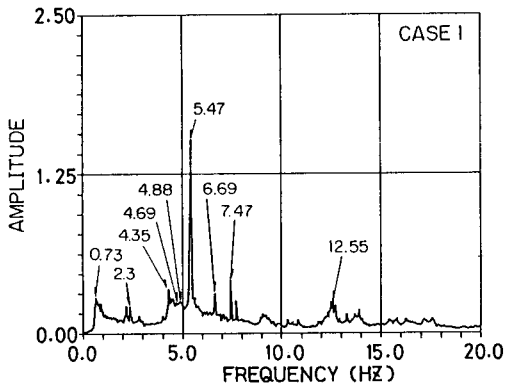


図-3 堤頂微動の平均スペクトル

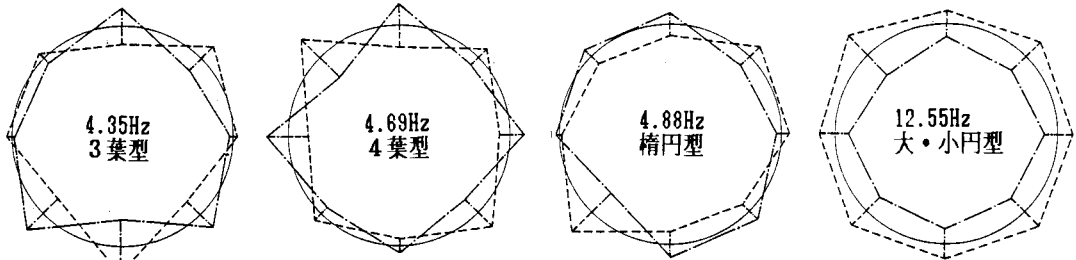
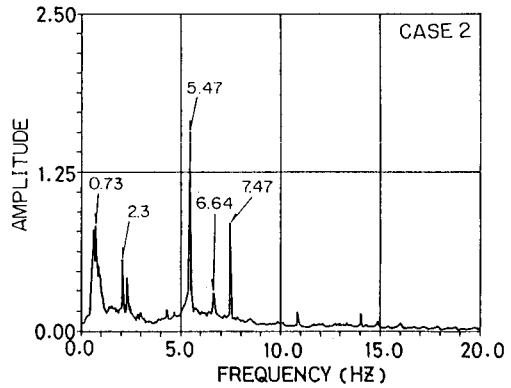


図-4 固有振動モード (CASE 1)

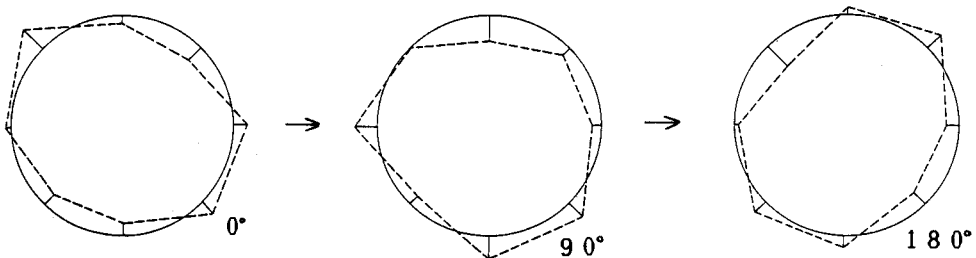


図-5 地盤固有振動数2.34Hzでの変形 (CASE 2)