

地上式 LNG タンクと周辺地盤の地震観測結果

大阪ガス(株)	正会員	西崎丈能
同上	正会員	○牛田智樹
大林組技術研究所	正会員	松田 隆

1. はじめに

大阪ガスでは、既に7.5万klの地上式LNGタンクの地震観測を行っており、観測結果の分析を実施している。これに加え、深層までの地盤アレー観測を含む大型の18万klのPCLNGタンクの地震観測システムが設置された。このシステムによって2000年鳥取県西部地震での記録が観測され、地盤及びタンクの増幅特性が把握できた。

2. 地震観測システム

地震観測(図-1)を実施しているタンクは、大阪府高石市ある、最大貯液量18万kl、内径82m、最大液深34mのPC防液堤形式の地上式タンクである。基礎杭は、1299本の鋼管杭(φ800mm、l=35m)で構成されている。

地震計は、内槽、基礎スラブ、防液堤及び周辺地盤に3成分のサーボ式加速度計が設置されている。その他、群杭基礎のひずみと基礎スラブの鉄筋応力の計測が行われている(図-1)。

3. 観測地震波の特徴

観測対象地震は2000年10月6日発生の鳥取県西部地震の本震である。図-2に地表面(AF-1)と基礎GL-200m(AF-5)の観測波形を示す。水平(Y)最大加速度は、深層で12.3Gal、地表で23.1Galであり、鉛直動を受信してから約25秒後に最大値が記録されている。これは、震央距離が196kmであることによるものである。主要動の終了後、徐々に長周期化しており、特に80秒付近から顕著である。鉛直(Z)最大加速度は、深層で3.8Gal、地表で6.8Galであり、初期動の短周期成分が卓越している時間帯の増幅が大きいことが特徴である。図-3に示す、基礎スラブ上(AK-C)の23~40秒間のフーリエスペクトルからは水平及び鉛直成分ともに3Hz以下が主要である。特に、0.5Hzに大きな成分があるがこれは後述する、基礎から上部の深層地盤の増幅特性によるものと考えられる。

4. 地盤及びタンクの増幅特性

図-4に、基礎GL-200m(AF-5)に対する地表面(AF-1)及び杭下端部(AF-4)の伝達関数を示す。図から、0.5Hzのピークは、杭下端部(AF-4)と地表面(AF-1)の両者に有ることから、このピー

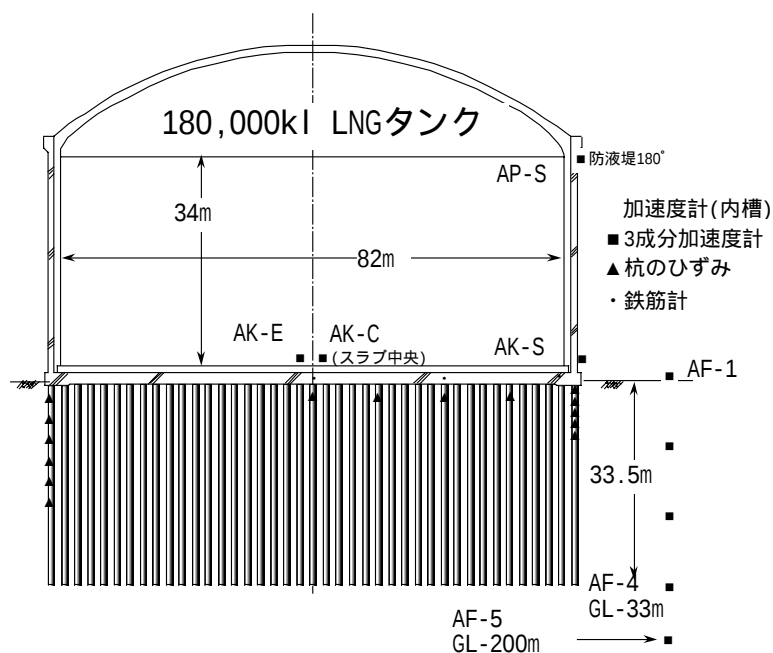
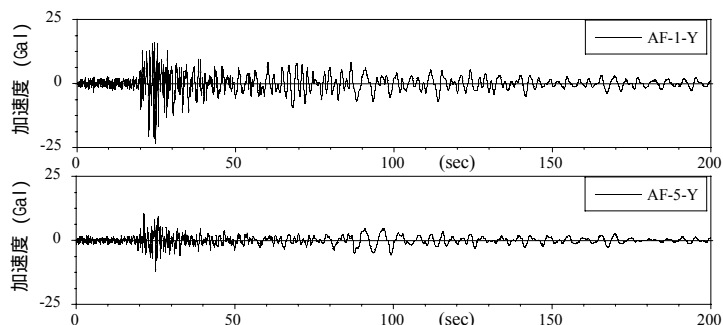
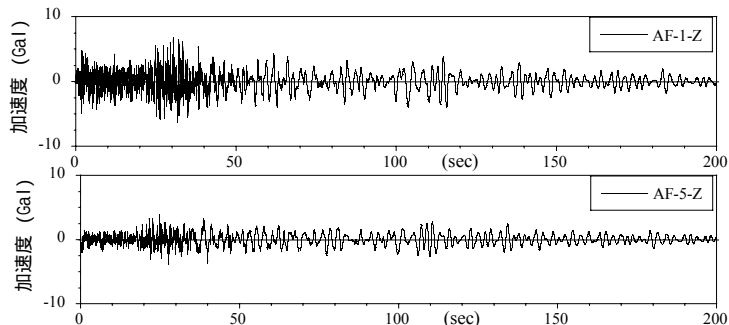


図-1 地震観測計器の配置



(a) 水平加速度(上段: 地表面、下段: GL-200m)



(b) 鉛直加速度(上段: 地表面、下段: GL-200m)

図-2 地震観測波形

keywords: 地上式 LNG タンク、PC 防液堤、地震観測、鳥取県西部地震、増幅特性

連絡先: 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 大林組技術研究所 TEL:0424-95-0950

クは深層地盤での増幅によるものと考えられる。これに対して、0.9、1.8、2.6Hzなどのピークは、地表面(AF-1)の方が大きく、杭が設置されている区間での増幅によるものと考えられる。実際のタンクの耐震検討に關する周辺地盤の振動特性は、後者のピークが重要になる。図-5に地表面(AF-1)に対する基礎スラブ

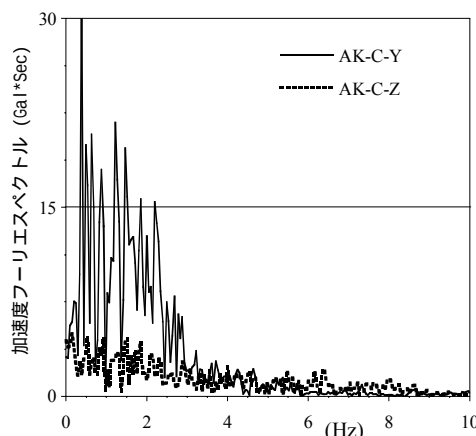


図-3 基礎スラブ波形のスペクトル

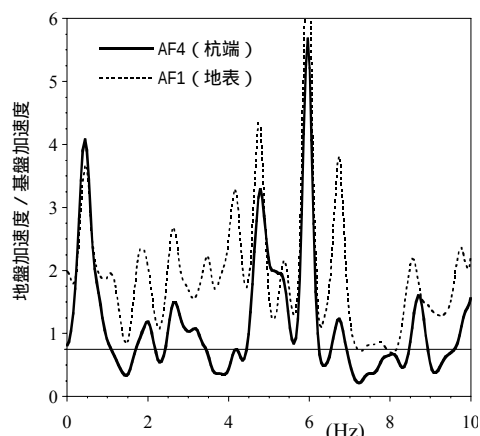


図-4 地盤の伝達関数

(AK-C)の伝達関数を示す。これは、一般に有効入力動を示すもので、6Hz以下で顕著に低減している。1.5、2.7、6.7Hzのピークは構造物の慣性力の影響によるものと考えられる。

図-6に、基礎スラブ(AK-C:中央、AK-E:端部東側、AK-S:端部南側)の観測波形を示す。水平(Y)加速度は、AK-C:中央がやや小さいもの、観測位置によらずほぼ同一の動きを示している。これに対して、鉛直(Z)加速度は、振幅、位相ともに中心部と端部では異なる。中央部と端部が異なるのは、基礎のロッキングによる上下動が端部では生じるためである。但し、平面的に直行する位置にあるAK-EとAK-Sで異なるのは、基礎スラブが必ずしも剛体的に振動していないためと考えられる。

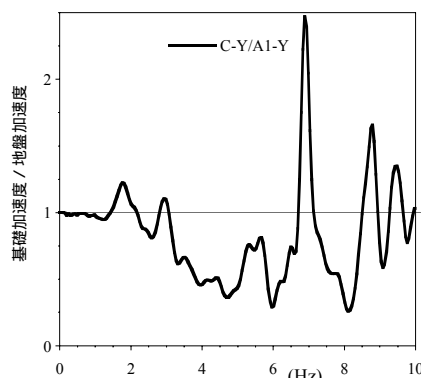


図-5 基礎スラブ / 地表面

図-7に基礎スラブ(AK-S)と防液堤頂部(AP-S)の観測波形を示す。防液堤頂部及び基礎スラブの最大水平加速度はそれぞれ28.6Galと21.9Galである。最大加速度での倍率は1.3になる。また波形図から、基礎と防液堤は同位相であることと、大きな増幅は示さないことがわかる。図-8は、基礎スラブ(AK-S)に対する防液堤頂部(AP-S)の伝達関数である。3.8、4.9Hzにピークがあり、応答倍率は6を超えている。ただし、今回の地震に当該振動数成分が小さいため、大きな増幅を示さなかったものと考えられる。

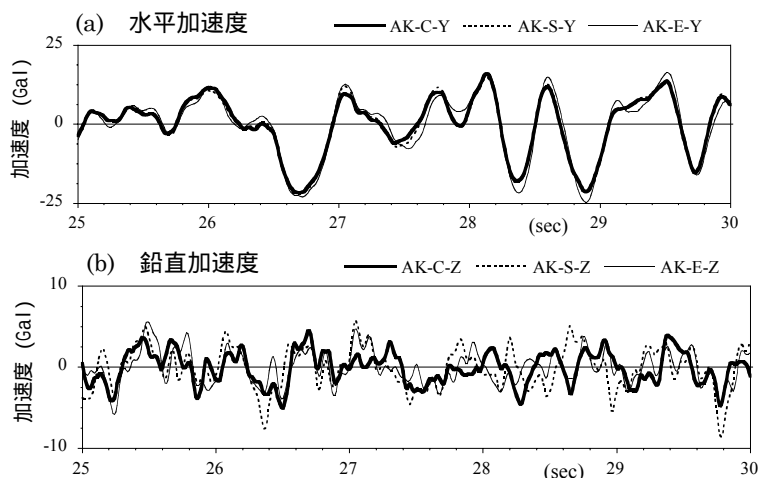


図-6 基礎スラブ波形（中央 AKC と端部 AKS/AKE の比較）

5. おわりに

本報告では、基礎、防液堤及び地盤の応答加速度に関してまとめたが、今後、杭基礎及び基礎スラブの地震時ひ

ずみと応力に関して分析する予定である。

参考文献

- 1) 岡井大八ほか：地上式 LNG 貯槽の

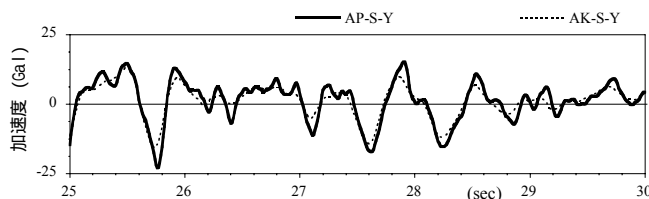


図-7 防液堤頂部と基礎スラブの応答波形

多点強震観測記録の分析とその考察、土木学会論文集（投稿中）

- 2) 中島一夫ほか：群杭基礎を有するLNG地上貯槽の動的相互作用効果について、第47回土木学会年次講演会I、1992年

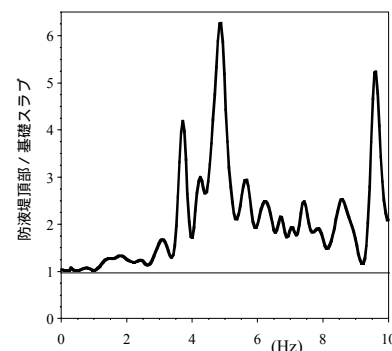


図-8 防液堤頂部 / 基礎スラブ