

I-555 L N G地下式貯槽において観測された動土圧の検討

東京ガス（株） 正員 小山 和夫
鹿島建設（株） 正員 草野 直幹
鹿島建設（株） 正員 ○広中 良和

1. はじめに

東京ガス（株）袖ヶ浦工場のL N G地下式貯槽では昭和58年初頭より地震観測を行っており、加速度・速度・変位・鉄筋歪の他に、他ではその観測例の少ない動土圧データが得られている。本報告は、動土圧の挙動特性を明らかにし実設計へ反映することを目的として、得られた観測データを用いて動土圧と加速度・速度・変位との相関について検討したものである。

2. 地震観測の概要

対象とする貯槽は、N値10～50程度の砂質層中に建設された内径64m、最大液位40.5m、容量13万Kℓの地下式貯槽で、約65m離れて同規模の貯槽が隣接している。この貯槽及び周辺地盤に図-1に示すような地震観測計器が設置されている。本検討では、これまで本貯槽で観測された地震のうち比較的大きな観測記録が得られた4地震を検討対象とすることとし、地震の諸元と観測記録の最大値を表-1に示す。

3. 動土圧と加速度・速度・変位との単回帰分析

動土圧と関係があると考えられる加速度・速度・変位に関して、それぞれの最大値を用いて単回帰分析を行った結果を図-2～図-4に示す。図-2は最大動土圧と近傍地盤最大絶対加速度との関係、図-3は最大動土圧と近傍地盤と貯槽との最大相対速度との関係、図-4は最大動土圧と近傍地盤と貯槽との最大相対変位との関係である。相関係数（R）に示されるように加速度・速度各々と動土圧の間には相関が見られるが、今回対象とした観測記録においては貯槽と近傍地盤との相対変位と動土圧の間にあまり関係が認められない。ここでは貯槽下部の結果を代表して示したが、貯槽上部でも下部に比べて相関係数は若干低い値ではあるが同様の傾向を示している。

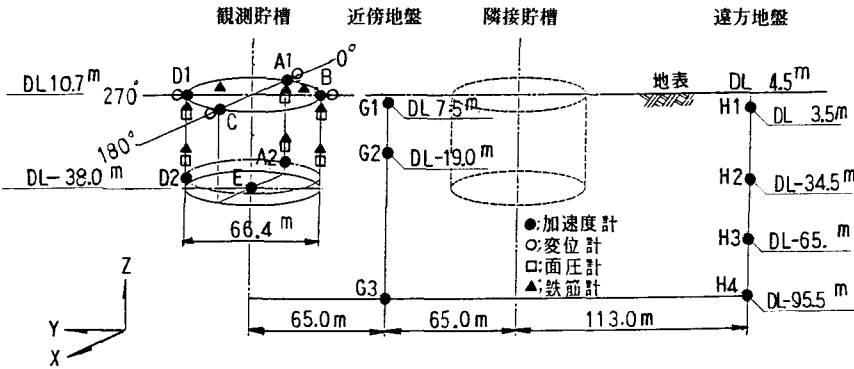


図-1 計器配置

表-1 検討対象地震の諸元と観測記録の最大値

地震名	発生年月日	マグニチュード	震源深さ(km)	震央距離(km)	土圧(kgf/cm ²)	鉄筋歪(μ)	加速度(Gal)	速度(cm/sec)	変位(cm)
関東南部地震	S. 58. 2. 27	6. 0	72	52	0. 038	3. 58	77. 7	4. 37	0. 67
日本海中部地震	S. 58. 5. 26	7. 7	14	537	0. 011	0. 66	2. 1	2. 24	3. 55
神奈川・山梨県境地震	S. 58. 8. 8	6. 0	22	92	0. 011	1. 05	16. 3	1. 55	0. 37
鳥島近海地震	S. 58. 3. 6	7. 9	452	688	0. 016	1. 23	31. 0	3. 52	1. 30

4. 動土圧と加速度・速度・変位との時刻歴での相関関係

時刻歴での相関を検討するために動土圧と加速度・速度・変位各々との間でオービットを描いた。一例として関東南部地震で得られた動土圧と近傍地盤の絶対加速度とのオービットを図-5に示す。なお、ここで用いた波形には1~3Hzのバンドパスフィルターを用いている。時刻歴で見ても動土圧と加速度との間には非常に強い相関があることが分かる。ただし、加速度でも他の地震においては相関関係が見られないものも存在し、速度・変位に対しては動土圧との間に明確な関係は見られなかった。

5. 動土圧と加速度・速度・変位との重回帰分析

ここでは説明変数として①近傍地盤最大絶対加速度、②近傍地盤と貯槽との最大相対速度、③近傍地盤と貯槽との最大相対変位の3変数を取りあげ、動土圧を目的変数とした重回帰分析を行った結果を示す。図-6は貯槽上部のデータによる結果、図-7は貯槽下部のデータによる結果である。上記3変数と動土圧との間には明らかに相関が見られ、特に貯槽下部で相関係数が大きい。

6. まとめ

LNG地下式貯槽で得られた地震観測データを用いて、主に動土圧と加速度・速度・変位との相関関係について検討を行った結果、動土圧は加速度・速度それぞれと密接な関係があることが分った。また、最大値に関する重回帰分析の結果、加速度・速度・変位の3変数による動土圧の推定の可能性が示唆された。今後は、時刻歴レベルでの動土圧と加速度・速度・変位との関係から、動土圧の発生機構について検討を加えていく予定である。

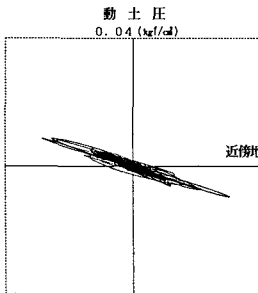


図-5 動土圧と近傍地盤最大絶対加速度の関係（関東南部地震、貯槽上部）

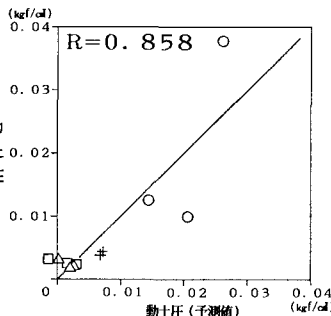


図-6 最大動土圧と加速度・速度・変位の関係（貯槽上部）

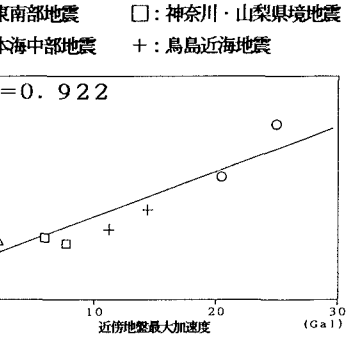


図-2 最大動土圧と近傍地盤最大絶対加速度の関係（貯槽下部）

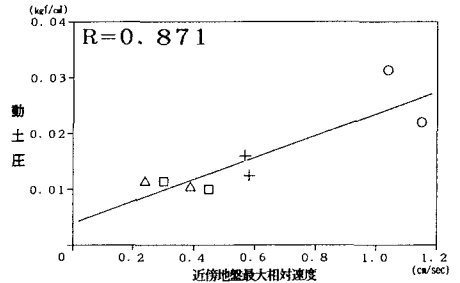


図-3 最大動土圧と近傍地盤最大相対速度の関係（貯槽下部）

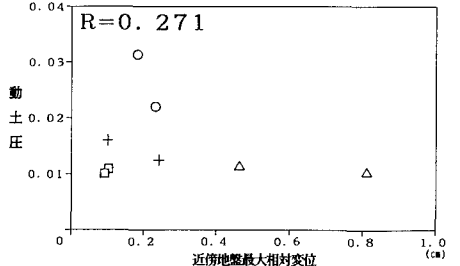


図-4 最大動土圧と近傍地盤最大相対変位の関係（貯槽下部）

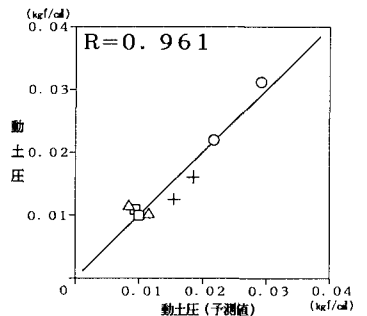


図-7 最大動土圧と加速度・速度・変位の関係（貯槽下部）

- 【参考文献】1) K. Koyama, O. Watanabe, N. Kusano: SEISMIC BEHAVIOR OF IN-GROUND LNG STORAGE TANKS DURING SEMI-LONG PERIOD GROUND MOTION, Proc. of 9WCEE, August 1988
2) 小山, 渡辺, 久保田, 草野: 比較的長周期の地震動観測によるLNG地下式貯槽の地震時挙動, 土質工学会, 第20回土質工学研究発表会, 昭和60年 6月
3) 桑原, 海津: LNG地下式貯槽の地震時挙動の観測と解析, 第7回日本地震工学シンポジウム, 1986