

長周期成分を含む地震波によるスロッシングに対する検討

大阪府立高専 正員・宮脇幸治郎
東洋建設(株) 井川勝 史

1. はしがき

可動中の大形石油タンクは、5～20秒にスロッシングの固有周期を持っており、このような動的挙動には地動のやや長周期成分を含む地震波の検討が必要となる。本研究は東京で記録された地震記録のうち数値化されたものを用いて、その地震特性とタンク液体のスロッシングによる波高とについて検討を加えたものである。

2. 対象地震

対象とした地震は、大沢・田中・吉沢らが数値化した表-1のものを用いた。図-1は1964年6月16日の新潟地震に対する平滑化してないフーリエスペクトルの結果である。卓越振動数は、0.01, 0.33, 0.65, 1.0, 1.35, 1.68, 1.85Hzに顕著なものが現れており、他の地震記録についても同様の振動数特性が現れて記録場所での地層特性が反映されたものとなっていた。

3. 継続時間と波高との関係

地震波の継続時間に関する定義²⁾には、種々あり、ここでは Trifunac・Bradyによる方法と同様の方法を用いたが、変位による累積エネルギーの2設定レベルを5%と95%との時間差によって継続時間を決めた。また波高は、タンクを剛体として取り扱った解析解によるフーリエ変換法に

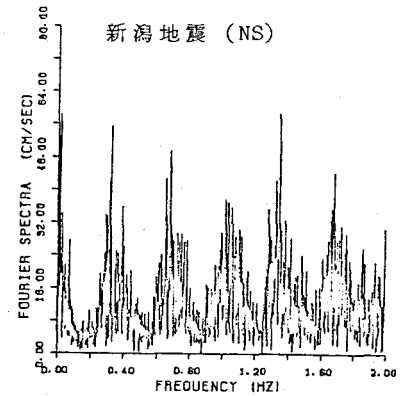


図-1 フーリエスペクトル

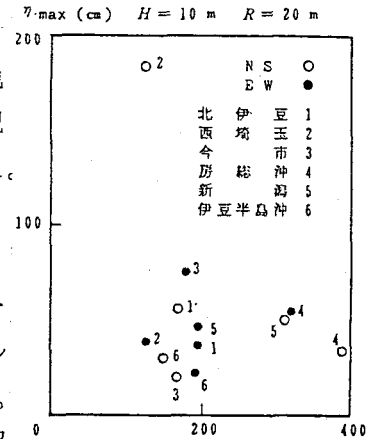
図-2 継続時間と波高との関係 T_d (sec)

表-1 対象とした地震名

より求めた。図-2は、継続時間と波高との結果であるが、西埼玉のNS成分を除いて継続時間 100秒以上で継続時間により波高はあまり変化

No	年月日	地震名	h (km)	M	Δ (km)	震度	最大変位 (cm)	記録長 (sec)
1	1930.11.26	北伊豆	0	7.2	98	N	7.65 5.34	400 388
2	1931. 9.21	西埼玉	0	6.9	68	N	2.65 1.88	200
3	1949.12.26	今市	0～30	6.7	110	Ⅲ	0.94 1.87	400
4	1953.11.26	房総沖	60	7.4	240	N	4.19 3.78	600
5	1964. 6.16	新潟	40	7.5	300	Ⅲ	3.79 5.39	360
6	1974. 5. 9	伊豆半島沖	10	6.9	155	Ⅲ	3.01 1.86	300

Kojiro MIYAWAKI Katsuhumi IKAWA

しない傾向を示した。

4. 入力(応答)エネルギーと波高との関係

入力変位波形より求めた単位質量当たりのエネルギー E_x と波高との関係を図示したものが図-3である。結果より E_x と波高との関係は比例関係を示していた。また E_x により無次元化された応答エネルギー比 E/E_x との関係は、ほぼ1次比例の関係を示した。すなわち、スロッシングの波高はエネルギー量との相関が高い。

5. 変位応答スペクトルと波高との関係

新潟地震(NS)と北伊豆地震(EW)とに対する変位応答スペクトルは、図-5,6に示すようになった。応答スペクトル値はあまりよい対応がえられてない

6. あとがき

結果をまとめると、(1)100秒以上の継続時間で波高は一定、(2)エネルギー量と波高との相関が高い、(3)変位応答スペクトルによる波高の評価はもうすこし検討する必要がある。

参考文献 1)大沢ら:長周期低倍率地震計記録のデジタルデータ,1979.,2)McCannら:BSSA,Vol.69.

No.4,1979.pp1253-1265.

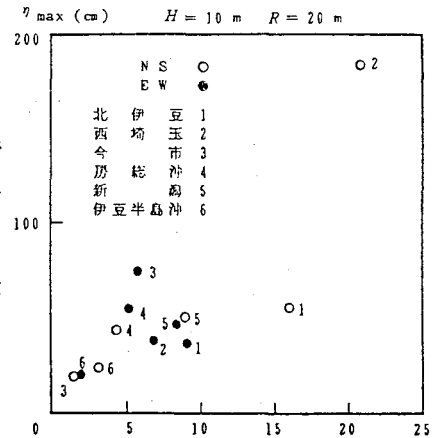


図-3 波高と入力波エネルギーとの関係 E_x

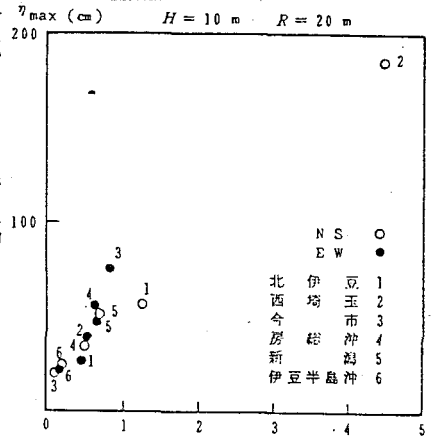


図-4 波高と応答波エネルギーとの関係 E/E_x

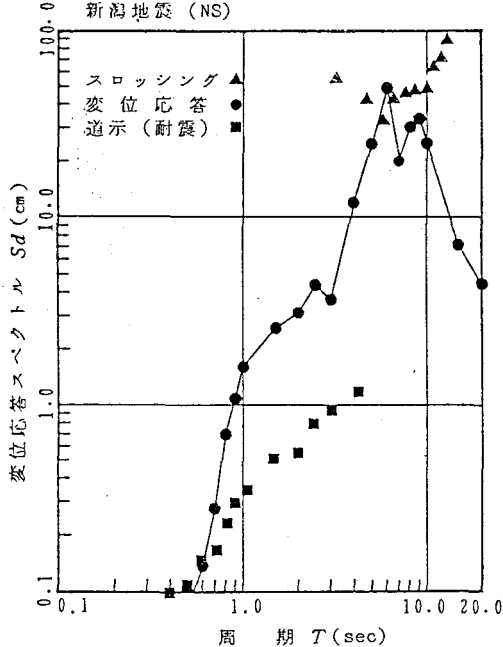


図-5 変位応答スペクトル

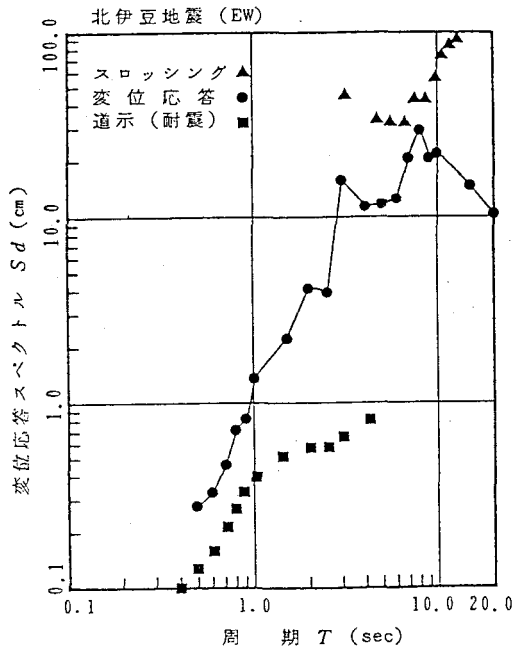


図-6 変位応答スペクトル