

前田 建設工業 正員 嶋田三朗
 京都大学工学部 正員 家村浩和
 前田 建設工業 正員 吉田隆治

京都大学工学部 正員 山田善一
 京都大学工学部 正員 野田 茂

1. まえがき 著者らは、日本海中部地震による、秋田市や新潟市の大型石油タンクのスロッシング高さから、長周期地盤震動に関心を持ち、2, 3の調査、解析を実施してきた。¹⁾ 今回さらに広範囲のデータを手に入るとともに、スロッシングの非線形流体力解析をも実施したので、その結果について報告する。

2. 最大変位振幅の振動周期

図1は、全国各地における気象庁1倍強震計記録(JMA)に見られた、最大変位振幅の振動周期の頻度を、地震月報より読み取って示したものである。宮城県沖地震、十勝沖地震、新潟地震に比べて、日本海中部地震の最大変位のほとんどは、周期10~15秒の間で起っている。最大変位の振動周期には、観測点の地盤や波動の種類の影響が当然含まれているが、地震によってその分布が大きく異なっていることから、マクロな立場から、日本海中部地震の発震メカニズムそのものに、10~15秒の成分が存在していたものと考えられる。図2は、振動周期を震央距離別に示したものである。図3には、最大変位と振動周期の関係をプロットした。振幅の計器補正は実施していない。いずれの場合も、周期10~12秒の間にほとんどのデータが集中しており、全国各地で周期10秒程度の長周期波動が卓越したことを示している。

3. スロッシング高さから逆算した

速度応答スペクトル

スロッシング高さは、振動系の応答値そのものであるから、これより逆算した S_v 値をプロットしたのが図4である。今回新しく、苫小牧、陸奥小川原のデータを加えた。陸奥小川原では、震度がVであったにもかかわらず、 S_v 値は40kine程

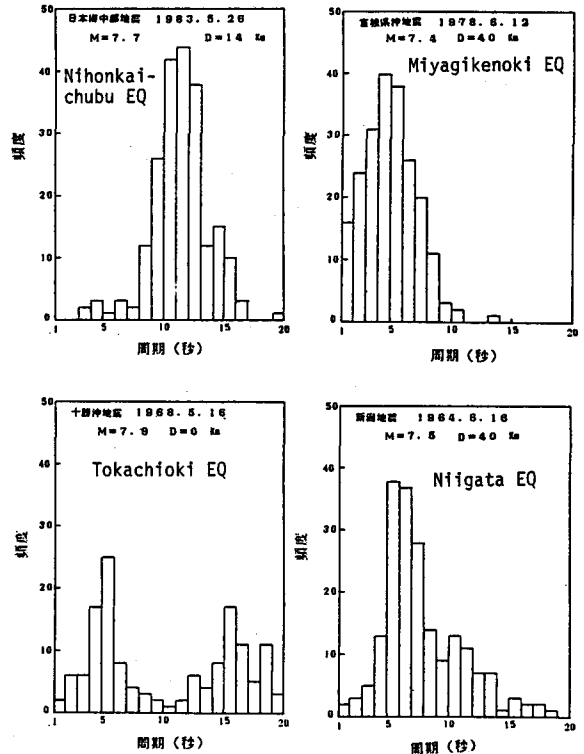


図1 JMA記録の最大変位の振動周期の頻度

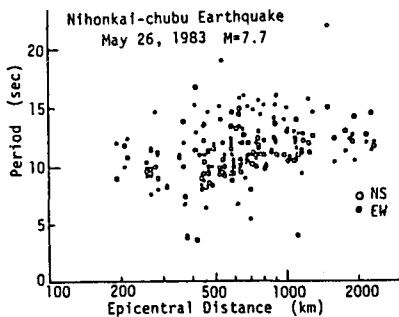


図2 振動周期と震央距離

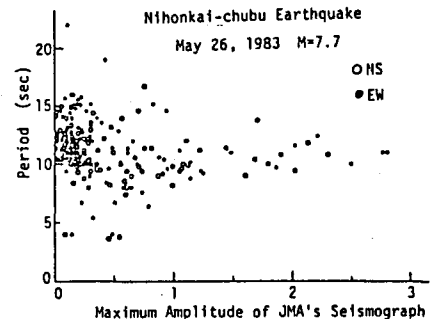


図3 最大振幅と振動周期

度であること、一方苫小牧では、震度がⅡで、加速度レベルでは全く問題外であるにもかかわらず、 S_v 値が 100kine に達していることが判る。

4. JMA, SMAC 記録による
速度応答スペクトル

JMA 記録と加速度型強震計 SMAC (B_2) 記録を用いて算出した減衰 0.1% の S_v 値を図 5 に示した。図中の新潟の JMA 記録による S_v 値は、変位応答が 3 cm を越えて振り切れた部分を修正し、さらに計器補正して得られた波形を利用して求めたものである。スロッシング高さより逆算した S_v 値がより大きい値を示すが、液体動揺振動の非線形性や上下地動の影響などがその原因であると考えられる。非線形解析した苫小牧の結果を図 6 に示した。図 7 には計器補正した苫小牧の JMA 変位記録を示した。

5. 各種設計基準との比較

秋田、青森、酒田、新潟での減衰 2% の S_v 値と、高層建築技術指針、本四耐震基準の設計スペクトルとを比較したのが、図 8 である。

秋田では、2 秒前後および 8 秒前後の値が大きくなっている。青森では 4 秒前に大きなピークを有している。新潟では 10.5 秒前後で大きな値となっている。これらの値は JMA, SMAC などより算出したもので、その精度は十分ではないが、非常に大きな値であり、各方面から検討されるべきであろう。

謝辞 本研究を進めるにあたり資料を提供頂いた、各都市の消防本部、各地の气象台、運輸省港湾技術研究所の皆様方に感謝する次第である。

参考文献 1) 山田・家村・野田・嶋田：
日本海中部地震による長周期（約 5～15 秒）地震動の工学的検討，第 21 回自然災害科学総合シンポジウム講演要旨集，pp.165～168, 1984.10

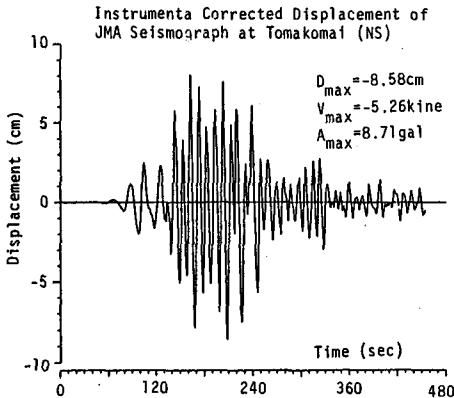


図 7 苫小牧 NS の JMA 変位記録

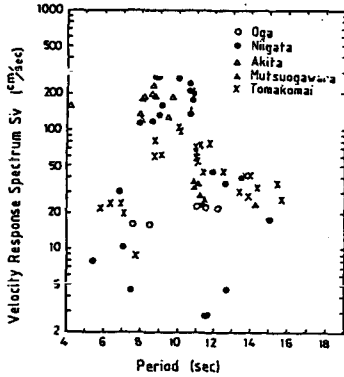


図 4 逆算した速度応答スペクトル

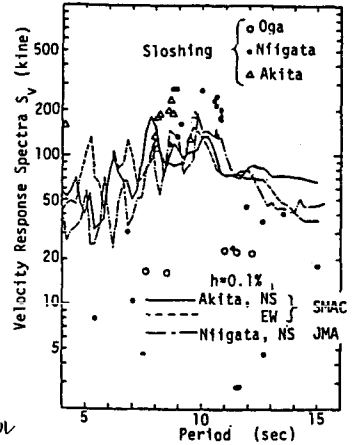


図 5 JMA, SMAC の S_v 値

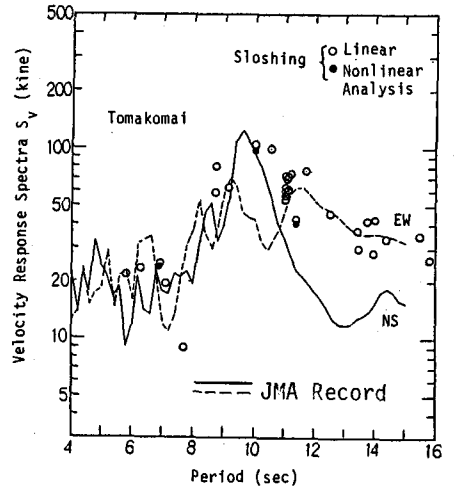


図 6 スロッシングの非線形解析によるスペクトル（苫小牧）

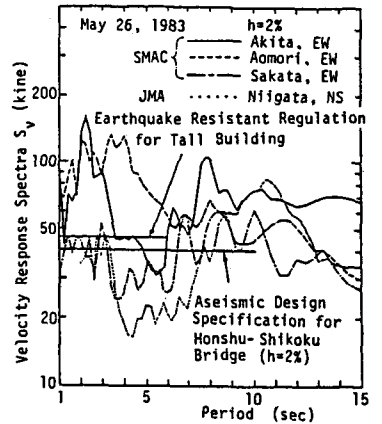


図 8 各種設計基準との比較