

2003 年十勝沖地震による長周期地震動と石油タンクスロッシング

Long-period ground motions from the 2003 Tokachi-oki earthquake and sloshing in oil tanks

瀧澤 一起[1]; 畑山 健[2]; 古村 孝志[3]; 池上 泰史[4]; 秋山 伸一[4]

Kazuki Koketsu[1]; Ken Hatayama[2]; Takashi Furumura[3]; Yasushi Ikegami[4]; Shinichi Akiyama[4]

[1] 東大・地震研; [2] 消防研; [3] 東大地震研; [4] CRC Solutions

[1] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo; [2] Natl. Res. Inst. Fire & Disaster; [3] ERI, Univ. Tokyo; [4] CRC Solutions

2003 年十勝沖地震 (M8.0) では北海道各地の平野部で長周期地震動が発生したが、特に苫小牧を中心とした勇払平野では震央から 250km 離れているにもかかわらず、その最大速度振幅が 30cm/s、継続時間が 3 分近くに達し、多数の石油タンクに被害を与えた。ここでの長周期地震動は中心的な周期帯が 5~9 秒程度にあり、この周期帯の平均である 7 秒に近い固有周期を持つ、3 万 kl 級の石油タンクは大きなスロッシングを起こしたと想像される。火災が発生した原油タンクおよびナフサタンクは同級であり、特に火災で完全に破壊されたナフサタンクは有限要素法による固有振動解析によれば、その一次モード固有周期は 7.12 秒であった。

こうした長周期地震動をシミュレーションするため、苫小牧を中心に 72×92 平方 km の領域を設定し、反射法探査や微動探査などの結果を参考にして、表面地形を含む地下構造モデルを作成した。また、海域も地震動の主要な伝播経路となっているので、海を流体としてモデルに導入した。使用計算機の限界で震源域を含むモデル化はできなかったため、入力にはモデル端部にある KiK-net 観測点の地中記録を平面波として入射し、それによる地震動をボクセル型有限要素法でシミュレーションした。苫小牧 K-NET 観測点で得られたシミュレーション波形は、観測記録によく一致している。シミュレーション結果によれば、勇払平野の日高山脈側端部で盆地表面波が発生していると同時に、勇払平野の海域への延長部で別の盆地表面波が発生しており、このふたつの表面波が苫小牧付近で出会う形になっている。これが苫小牧付近で特に強い長周期地震動となった原因と考えられる。

このほか、ナフサタンクのスロッシングについても、標準的な有限要素法コードを用いてシミュレーション解析を行った。K-NET 苫小牧の観測記録を入力させると、液面は最大波高 2.68m のスロッシングを起す。地動記録は当初、東西成分が大きいので液面も東西に揺れているが、南北成分も大きくなってくると北西-南東方向に揺れる現象が再現された。また、液面の高波高の部分が回転する現象も再現された。