

東京工業大学総合理工 学生員 大塚 勇

東京工業大学総合理工 正 員 大町 達夫

東京工業大学総合理工 正 員 年縄 巧

1 はじめに

重要構造物の耐震設計の際には建設敷地近傍に震源を持つ地震が想定される場合があり、震源域での地震動の強さを推定することが要求される。しかし、現在までに震源域で得られた強震記録は数少なく、震源域での地震動特性については多くの不明な点がある。

1930年北伊豆地震では、震央から約10 km離れた旧江間小学校校庭に展示されていた魚雷が地震で滑りその滑った痕跡が現在では天然記念物として保存されている。本研究は、その魚雷の擦痕をもとに1930年北伊豆地震の地震動強さを推定したものである。

2 北伊豆地震による魚雷の擦痕

北伊豆地震は1930年11月26日午前4時2分に静岡県東部を襲った(図1)。マグニチュードは7.3、震源深さは0.5 kmで典型的な内陸の直下地震であった。ここで注目すべきことは、魚雷の展示場所は、断層から数kmしか離れておらず、しかも、被害が大きかったことである。

対象とした魚雷は図2に示すように、地震当時は全体が展示されていたが、現在は台石との間で滑って傷のついた気室部だけが天然記念物として残されている。魚雷の全長は540 cm、直径45 cm、重さ719 kgである。

図3に示す魚雷にできた擦痕は、第一著者がトレースしたものである。まず、魚雷は円周方向に回転し、その後、長さ方向に5、6回大きく滑っていることが分かる。1回で最も長く滑った部分は、25.5 cmである。

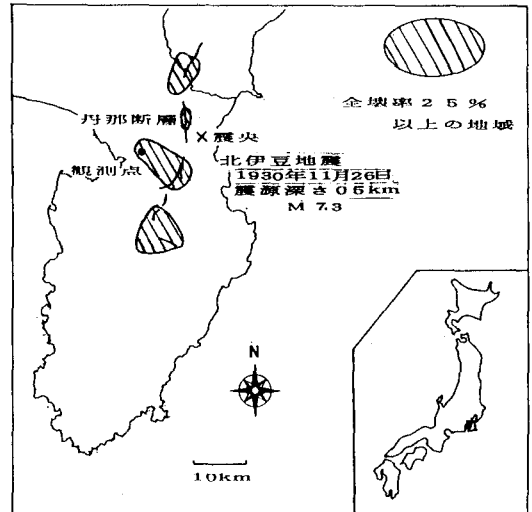


図1 被害状況図

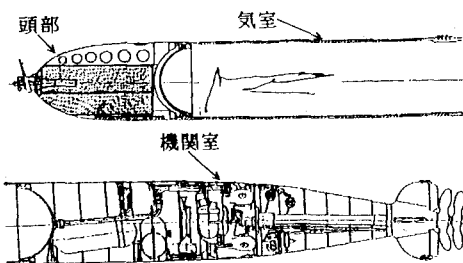


図2 魚雷の全体図

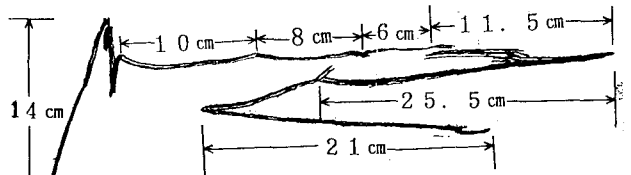


図3 魚雷に残された擦痕

3 模型を用いた振動実験

実験には図4に示すように約1/10スケールの模型を用い、模型の上部に小型加速度計を2つ取り付け、1つは長さ方向、もう1つは円周方向の加速度をそれぞれ測定した。また振動台にも加速度計を取り付け、振動方向の加速度を測定した。

模型を振動方向と平行に置いたときの結果を図5①に示す。この図の横軸は時間、縦軸は加速度である。また、細い線が振動台の加速度で、太い線が模型の上部につけた長さ方向の加速度である。振動台の加速度がある限度を越えると、模型は滑り出す。その限度は魚雷と台石との摩擦係数で定まる。図5②は振動台と魚雷模型の速度を示したものであるが、一度、滑った模型は相対速度が0になると再び台と一緒に振動することが分かる。

4 数値シミュレーションによる加速度波形の解析および検証

前述の実験結果をシミュレーション解析した結果が図5③である。細い線が実験により得られた模型の長さ方向の加速度で、太い線がシミュレーション解析によって求めた加速度である。計算結果にほとんど違いがないことが分かる。

ところで、魚雷展示場所での常時微動の卓越周期は1秒であった。そこで、北伊豆地震の際にも1秒の周期成分が卓越していたと考え、入力する周期を1秒、摩擦係数を0.4としてシミュレーションを行った結果を図6に示す。この図の横軸は最大加速度、縦軸は地面と魚雷の相対変位である。この図によると、25.5 cm滑った部分では980 galすなわち約1 gの加速度が出ていたことになる。

この加速度はかなり大きな値であるが、現在までに観測されている最大加速度の中には、2 gを超えるものがあることを考えれば、驚くほどではなく、ほぼ妥当な値であると思われる。

5 結論

魚雷展示位置における1930年北伊豆地震の水平最大加速度は約1 gと推測され、そのとき、地面は約25 cm動いたことになる。

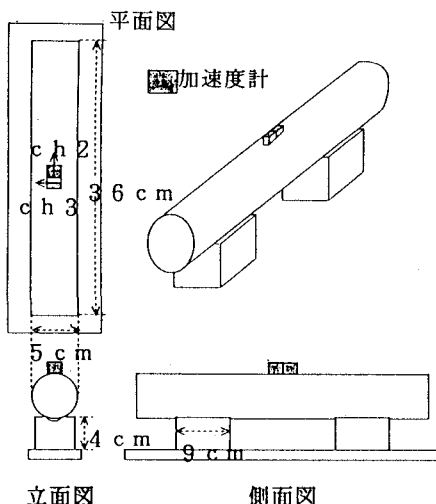


図4 実験に用いた模型

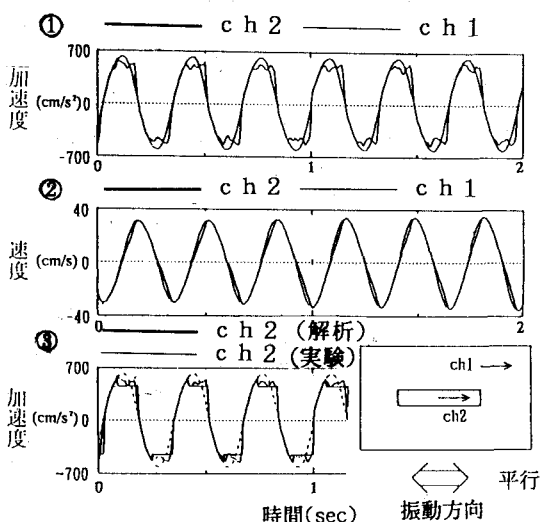


図5 実験結果とシミュレーション結果

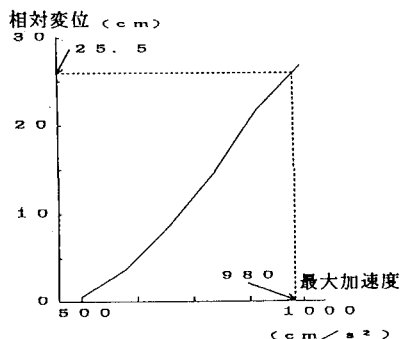


図6 相対変位と最大加速度の関係