

模型実験装置を用いた海底地すべりによる通信ケーブルの破壊機構に関する研究 Experimental Study on the Damaging Mechanism of Cable by Submarine Landslides

園山 智和^{1*}, 汪 発武¹, 本田満貴¹

Tomokazu Sonoyama^{1*}, Fawu Wang¹, Mitsuki Honda¹

¹ 島根大学総合理工学部地球資源環境学科

¹ Shimane University

1. はじめに

海底地すべりや乱泥流によって、海底通信ケーブルが切断される事象は多数発生している。ケーブルが切断されると、情報伝達の停止やケーブル修復のために、その経済的損失は莫大なものになる。しかし、海底ケーブル切断は水面下で発生する現象であるため、その破壊機構がほとんど解明されていない。日本周辺の海域災害の防止及び軽減のためにも、海底地すべりに関する研究を行なう。

本研究の目的は、ケーブル模型への衝撃力を定量的に評価することである。今後益々展開して行く海洋開発及び海洋利用に資するためにも、海底地すべりによるケーブルなどの構造物に対する破壊力の推定は、ライフライン防災の観点から見ても極めて重要である。

2. 実験方法と実験条件

本研究では、海底地すべり再現実験装置を用いて海底地すべりを室内で再現することにより、ケーブルへの破壊力を調べる工学的な実験を行なった。

この装置は、高さ 1.9m、直径 1.8 m、幅 0.4 m の円筒形の水槽である。円筒底面にはせん断応力センサー、間隙水圧センサー、土圧センサーが設置されている。この装置内に水と土の混合体を投入して回転させることによって、海底地すべりを再現できる。装置は、0.013m/s から 0.78m/s の範囲で回転させることがしようとしている。

また、装置内にひずみゲージを貼り付けたケーブル模型を設置することによって、海底地すべり運動中におけるケーブルへの衝撃力測定が可能である。ケーブル模型は、塩化ビニール製直径 22mm のパイプを使用した。現地における実際の海底ケーブルは無制限と見なされるため、ケーブル延長方向への変形は許されない。準備したケーブル模型を、現地での応力状態と同じにするために、海底地すべり再現実験装置内ではケーブル模型両端を完全に固定して設置した。

実験は、ケーブル模型への衝撃力を、次の 3 項目に分けて実施した。移動土塊の速度の違い (0.26m/s, 0.39m/s, 0.52m/s, 0.65m/s, 0.78m/s の 5 段階) による影響、移動土塊の規模の違い (飽和珪砂 10kg から 80kg まで 10kg ごとの 8 段階) による影響、ケーブルの設置高さの違い (設置高さ 2cm と 4cm) による影響である。

今回の実験で使用した土試料は珪砂 7 号である。この珪砂の土粒子密度は 2.63g/cm³、最大密度は 1.566g/cm³、最小密度は 1.026g/cm³、最大間隙比は 1.563、最小間隙比は 0.679、D₅₀ は 0.1mm、D₃₀ は 0.079mm、有効径 D₁₀ は 0.056mm、均等係数は 1.82、曲率係数は 1.09 と求められた。

3. 実験結果とまとめ

図は、飽和珪砂 7 号 10kg ~ 80kg をそれぞれ速度 0.26m/s ~ 0.78m/s の 5 段階で回転させた実験から求められたケーブルへの最大衝撃力 (N/m) を、土塊運動速度との関係で示したものである。図を見ると、ケーブルへの衝撃力は、運動速度の遅いときに最大になり、一旦減少した後再び増加する傾向があることが分かる。また、衝撃力が減少から増加に転じる境界速度は、土塊重量が多いほど速い速度のエリアにあることが分かった。

このような現象が起こる原因については、遅い運動速度では移動土塊が混濁されずにケーブル模型に衝突する、運動速度が速くなるにしたがって、移動土塊が混濁され、密度の小さな流れとなってケーブル模型に衝突するためではないかと考えられる。つまり、遅い運動速度のときには海底地すべりによる衝撃力の様相、速い運動速度になるにしたがって土塊の影響は小さくなるため、乱泥流による衝撃力の様相に転化していると考えられる。

また、土塊の規模を変えての実験からは、移動土塊の規模が大きくなるに連れてケーブル模型への衝撃力は大きくなり、その影響時間も長くなることが分かった。

最後に、ケーブル模型の設置高さを変えての実験では、衝撃力の明確な傾向をつかむことができなかつたため、今後設置パターンを増やして検討を進めていく必要があると考えられる。

