地震に伴って発生する海底地すべりによる混濁流の発生機構

The generation process of turbidity currents due to submarine landslides caused by earthquakes

北海道大学工学部環境社会工学科　○学生員　新谷有貴 (Yuki Araya)
北海道大学大学院工学研究院教授　フェロー会員　泉典洋(Norihiro Izumi)

1. はじめに

近年，災害が頻発する日本において災害に対する意識は極めて高くなっている．東日本大震災を皮切りにこのような意識が高まったのは言うまでもないが、平成 25 年 12 月に施行された法律（強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靭化基本法）からも強い防災・減災等に対する意識の向上が見て取れる．

2018 年 9 月 28 日にインドネシアのスラウェシ島中部スラウェシ州ドンガラ県・パルの北 78km を震央としてモーメント・マグニチュード 7.5 の地震（以下、スラウェシ島地震）が発生した．スラウェシ島地震の発生機構は左横ずれ断層であり、通常であれば大きな津波を発生させない．しかしながら、最大で津波の高さは 11.3m にまで達し、海岸線から約 468m の内陸部まで達したとインドネシア国家災害対策庁の報道官は報じている．パル湾でこのような大きな津波を発生させた原因として、沿岸や海底で発生した複数の海底地滑りによる可能性が高い[1)]．

海底地すべりとは、地震、メタンハイドレートをはじめとする土中の溶存ガスの崩壊、波浪、堆積物の自重によるほうかいなど二より引き起こされる、海底斜面上の堆積物が急激に滑り落ちる現象である．1771 年明和八重山地震による津波や、1998 年パプアニューギニア地震による津波などの海地すべり起源の津波は、断層運動によって引き起こされる津波に比べて，地震自体の規模が小さいにもかかわらず，津波の規模が大きくなることから，予測が難しく大きい被害となっている例もある．

海底地すべりは混濁流を引き起こす引き金ともなると言われている．混濁流とは、浮遊砂を含むことで密度が増加し、それが駆動力となり海底面を流下する重力密度流の一種である．

混濁流が世界で初めて発見されたきっかけは、1929 年カナダ・ニューファウンドランド島沖で発生したグランドバンク地震である．この地震の発生に伴い海底地すべりが発生し、13 時間以上にわたり海底電信ケーブルが連続破断される事故が発生した．破断の時間経過等から計算された平均流速は 7.8m/s にも及び、少なくとも 600km の距離を流下したとみられている[2)]．

海底地すべり海底地すべりによる土塊の沈み込みにより鉛直上の海水を下方に引っ張ることで海面の形状変化を引き起こし、津波が発生する．海底地すべりは流下するにつれて混濁流となり海底ケーブル、海底パイプラインなどを破壊する．それに伴い，メタンハイドレートの大規模な融解や、資源開発等における海底作業などへの支障なども考えられる．したがって防災の観点からも工学的に重要な課題である．

以上のことから、地震に伴って発生した海底地すべりによる混濁流の発生機構を解明することは，広く防災の観点から重要である．本研究では，その足掛かりとして地震による地すべりと混濁流を実験により再現し、その発生機構の解明を試みる．

2. 実験概要

2.1 実験目的

上記に述べた通り、地震に伴って発生する海底地すべりによる混濁流の発生機構を解明し、津波に対する防災・減災に役立てる．

海底地すべりならびに混濁流は海底で起こるために、視覚的に見ることは難しい．本実験では海底で起こるこれらの現象を小さなスケールで再現し、視覚的な再現を試みるものである．

2.2 実験器具

図 1 がこの実験装置の概略図である．下記に各部名称を記載する。

①スライド用ベース
②メインベース
③振幅発生―偏芯コマ
④クランクホイール
⑤二点支持軸受け
⑥カップリング
⑦減速機付き可変速モーター
⑧実験容器本体
⑨外水槽
⑩容器底用ベース
⑪外水槽用ベース
⑫アジャスト用ベース
⑬LM ガイドレール
⑭実験容器連結アーム

なお、外水槽には出水口があり、そこから排水することが出来る．また，モーターは手動で回転数、つまりは地震における振動数を変更することが出来る。

2.3 実験方法

まず、海底斜面を再現するために、図 2 の状態で⑧実験容器本体に、1.6g/cm^3 密度のプラスティック粒子を斜めに盛り土する．その後、形体が崩れないようにゆっく

りと水を灌ぐ（図 3）.

⑦減速機付き可変速モーターに電源を入れると、振動数を決めて⑧実験容器本体だけを水平方向に振動させることが出来る（図 2.3 において左右方向）.

地滑り、混濁流を観測する.

2.4　実験結果

砂がただ舞ってしまって失敗してしまった.

3.　考察

本論文投稿時点では、実験器具の作成に時間がかかり有用な観測が出来ていない.

当初 1.6g/cm^3 の砂を使おうとしていたのは、軽いほうが混濁流を起こしやすいと考えたためであるが、粒子が軽すぎて砂が舞ってしまったと考えられる.

また、最初から何度か試した際には周期 0.5 秒であったので、もう少し遅い振動であれば舞うことを減らせる可能性もあると考えられる.

4　今後の方針

今後はより重く海底の砂の重さに近づけるため 2.6-2.8g/cm^3 程度の砂を使い観測していく予定である。

まず混濁流の発生の観測することが先決ではあるが、仮りに観測できた場合、振動数を変化させてどの周期において地すべり、混濁流が起きやすくなるのかを観測する予定である.

地震は周期で以下の六つに分けられる.

・超長周期地震
　周期 100 秒以上の地震.
・長周期地震
　周期 5 秒以上の地震
・稍長周期地震
　周期 2-5 秒の地震
・稍短周期地震
　周期 1-2 秒の地震
・短周期地震
　周期 0.5-1 秒の地震
・長短周期地震
　周期 0.5 秒以下の地震

ただし、超長期地震と超短周期地震に関しては実験器具の規格上行うことが出来ないので、それ以外の四種の地震において観測する.

今後実験を行い、まずは混濁流を観測するために、重い粒子を軽く締固め、その後短周期地震をかけていく予定である．その際、適宜観測できるように砂の重さや、周期を変えていく.

5　参考文献

1）The New York Times. Indonesia Tsunami’s Power After Earthquake Surprises Scientists by Henry Fountain. https://www.nytimes.com/2018/09/30/world/asia/indonesia-tsunami-science.html (2019/12/05 参照)

2）Shepard, F. P. (1963). Importance of Submarine valleys in funneling sediments to the deep sea.

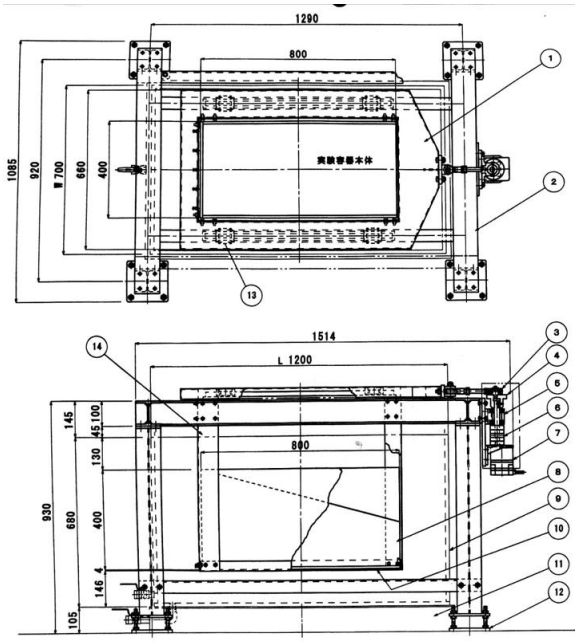

図 1　実験器具設計図

図 2　実験器具写真（中が空の時）

図 3　実験器具写真（中を実験用砂、水で満たした時）