

液面揺れの停止手法の研究

—効率的な液体タンクの耐震実験を目指して—

皆さんは、お茶を運ぶとき、振動でお茶が揺れてこぼれないように気をつけると思います。いったんお茶が揺れてこぼれそうになると、立ち止まって、じっと揺れが静まるのを待ちます。逆にお盆を揺することでお茶の揺れを静めようとする人はいないでしょう。私たちの研究所では、この普通行わない方法を、お茶ではなく、液体の入ったタンクについて研究しました。目的は、液体タンクの耐震実験の実験効率を向上するためです。

1 液体タンクの地震被害

郊外で見かける工場の風景に、円筒形の構造物がありますが、その多くは中に液体を貯蔵する液体タンクです。神戸の地震でも液体タンクが被害を受けました。



図1 タンク被害（トルコ地震）
※Bogazici University HPより引用

これら液体タンクの性能を研究するための耐震実験は非常に重要で、多くは地震の動きを人工的に再現する振動台を用いて行われています。私たちの

研究所では、現在兵庫県の三木市に世界で一番大きい振動台を建設中です。これが完成するとこれまでできなかった実物の構造物の様々な実験が行えるようになります。液体タンクについても従来にない大きいサイズの実験が可能となります。

2 タンク実験の問題点

この液体タンクの耐震実験では、振動台の上に液体の入ったタンクを積載し、振動台に地震と同じ動きをさせることでタンクの地震に対する性質をつかみます。実験効率上の問題は、一度振動台を動かすとタンクの液体の揺れ（スロッシング）が長時間継続するところにあります。液体タンクは直径が大きいほどスロッシング継続時間が長くなる傾向にあり、20分程度継続した実験例もあります。実験は液面の揺れがない状態から始めなくてはならないので、液体タンクの連続的な加振実験を行うことは非常に効率の悪いものです。

そこで私たちの研究所では将来の実験施設を見据え、液体タンクの耐震実験をより効率よく行う目的で、振動台によって発生したスロッシングを振動台によって速やかに停止させる方法を研究することにしました。

3 実験での検討

実験は、私たちの研究所が所有するつくばの大型耐震実験装置で行いました。

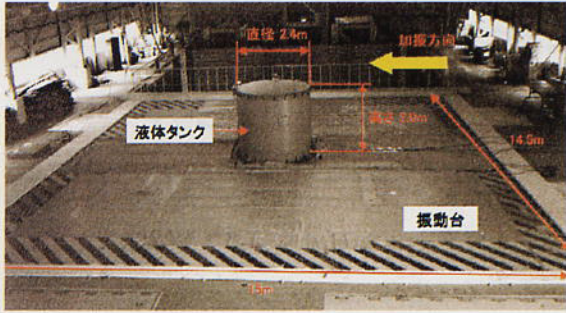


図2 実験装置

今回の実験全体の構成が図3です。振動台の上に液体の入ったタンクを載せて、振動台でタンクの耐震実験を行います。その後、液体の揺れを停止させるために開発したコントローラを追加します。

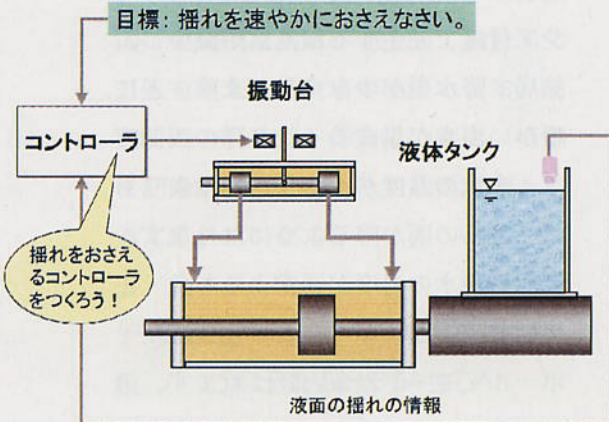


図3 実験の構成

これにより、振動台で発生したスロッシングを振動台を動かすことで止めることに成功しました。図4の上段・中段は液体タンクのスロッシングの様子を示したものです。中段がスロッシングを止めようと制御を行ったとき、上段が制御を行わないときを示したものです。下段の図のように、液面揺れを打ち消す方向に振動台が動作した結果、中段のスロッシングが速やかにおさまっていくことがわかります。

このシステムが実用できれば、とて

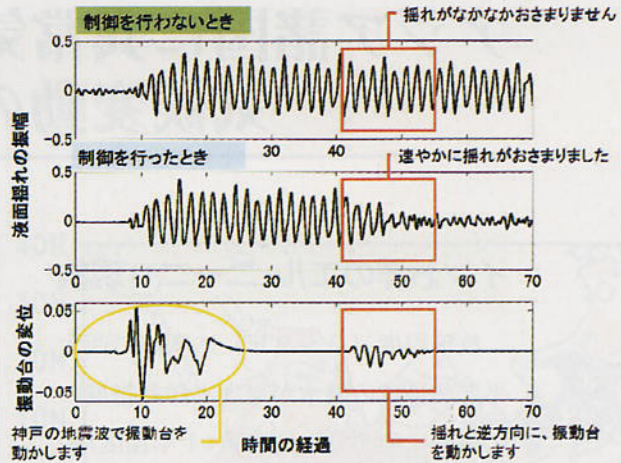


図4 実験結果

も効率よく液体タンクの実験が行えます。また実験費用についても振動台の占有時間が減るので軽減できるようになります。

4 研究の今後の展望

私たちの研究所では防災対策を効率よく行うための研究も行っています。

この研究の応用として、液体タンクの免震装置への適用も考えられます。その研究は、制御に必要なエネルギーと装置が非常に大きくなる可能性があるため机上の検討段階にあります。

※本研究はいわき明星大学の清水信行先生、学生の篠原雄一郎さん、村達也さん、鈴木純人さんと共同で行ったものです。

(問い合わせ先：総合防災研究部門
主任研究員 梶原浩一)

振動台

地震の動きを人工的に発生させるテーブル。この上に建物モデルを載せて、動かすことで建物の地震に対する特性を調べられます。

スロッシング

タンクなどに貯蔵された液体が揺れる現象のこと。