

浮遊式減衰ネット付石油貯蔵タンク液面の地震応答解析

鈴木 亨 野田 博

キーワード：スロッシング，減衰，石油タンク，実地震動，数値流体解析

研究の目的

近年，数秒から数十秒の長周期地震動による地震被害が懸念されている。このうち，石油タンクのスロッシング被害は 1964 年に発生した新潟地震の際にも見られ，石油タンクの損傷対策は同種事例の再発防止の観点から重要な課題となっている。筆者らは石油タンクの浮き屋根下面に浮遊設置されたネット（浮遊式減衰ネット）により，タンク内容液に減衰を付加し，スロッシング波高を抑制するスロッシング抑制装置を開発し，その効果について 1 方向入力による実験および解析によって検証を行ってきたが，実際の地震時には，タンク液面は 2 方向からの地震動により複雑な挙動を示すと考えられる。

本報では，実大タンクを対象とした 2 方向地震動

同時入力による数値流体解析を実施することによって，地震時スロッシング現象の再現と浮遊式減衰ネットによるスロッシング抑制効果の検証を行った。

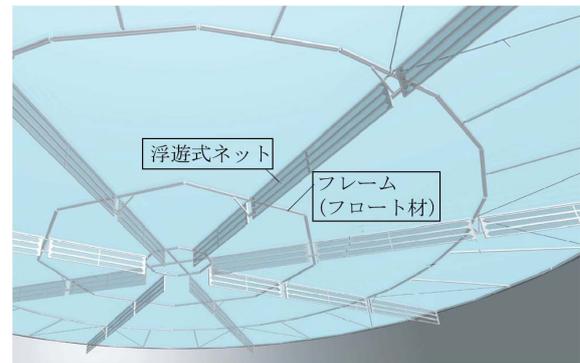


図-1 浮遊式減衰ネット

研究の概要

解析の対象としたタンクは直径 80m 級の浮き屋根式（シングルデッキ型）円筒縦型タンクである。内容液は原油，液面高さは 22.05m，浮き屋根は厚さ 6mm の鋼板とした。減衰ネットとして開口率(β)=0.299（ネット径（d）=2.3mm）のネットを使用することとし，ネット高さは実タンクへの適用を考慮して 2.0m とした。

解析に用いた入力地震動は，2003 年 9 月 26 日に発生した十勝沖地震で 2 か所にて観測された実地

震波 2 波で，内容液のみ，浮き屋根設置時，浮き屋根+浮遊式減衰ネット設置の各ケースにおいて，地震動を EW・NS 方向同時に入力して行った。

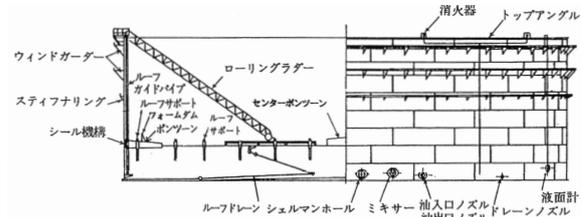


図-2 円筒縦型石油タンク

研究の成果

浮遊式減衰ネットを設置することによって，スロッシング現象は最大波高が地震の主要動直後に発生した後減少する傾向を示し，2 方向入力においても浮遊式減衰ネットの有効性を確認できた。また，液面が渦を巻くような複雑な流れとなることから，放射状に配置したネットが有効に作用していると考えられる。波高時刻歴波形に RD 法を適用し，浮遊式減衰ネットによって付加される減衰定数を算出した結果，減衰ネットによって付加される減衰定数は 0.31%~0.72%となった。

今回提案した数値流体解析手法は 2 方向入力に対しても適用可能であり，浮遊式減衰ネットの設計を行う有効なツールとして活用が可能である。

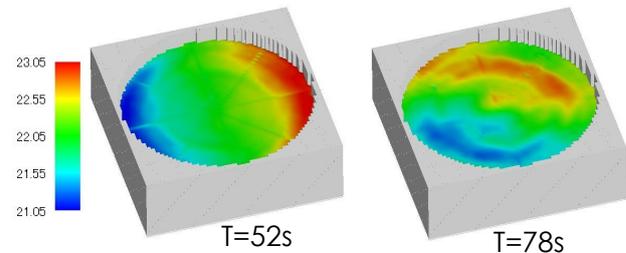


図-3 地震波入力時の液面

Earthquake Response Analysis of Liquid Sloshing in a Petroleum Storage Tank with Floating Nets

TORU SUZUKI HIROSHI NODA

Key Words : Sloshing, Damper, Oil Storage Tank, Real Earthquake, CFD (LES)