

消防危第 184 号
平成 24 年 8 月 1 日

各都道府県消防防災主管部長 } 殿
東京消防庁・各指定都市消防長 }

消防庁危険物保安室長
(公印省略)

屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツールの提供について

東日本大震災における被害状況を踏まえた危険物施設における津波対策については、「東日本大震災を踏まえた危険物施設の地震・津波対策の推進について」(平成 24 年 1 月 31 日付け消防危第 28 号)によりお願いしており、屋外貯蔵タンクについては、津波被害シミュレーションを実施して具体的な被害予測を行ったうえで、津波対策に係る検証を行うこととしているところです。

今般、消防庁において、屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツールを制作しましたのでお知らせいたします。当該ツールは消防庁のホームページ(<http://www.fdma.go.jp/concern/publication/simulatetool/index.html>)からダウンロードしてご利用いただけます。また、当該ツールの利用にあたっては、別添「屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツールに係る利用マニュアル」をご参照ください。

なお、貴都道府県内の市町村等に対しましても、この旨御周知下さるようお願いいたします。

(問い合わせ先)
消防庁危険物保安室
担当：宮内係長、和賀
TEL 03-5253-7524 (直通)
FAX 03-5253-7534

屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツールに係る利用マニュアル

1 入力マニュアル

1. 1 新規データの入力

入力データ	<input checked="" type="radio"/> 新規入力 <input type="radio"/> 既存ファイルを参照	
消防本部名	英数,漢字,ひらがな,カタカナ,記号(カンマは使用不可)	
事業所名	英数,漢字,ひらがな,カタカナ,記号(カンマは使用不可)	
タンク番号 (必須)	英数,漢字,ひらがな,カタカナ,記号(¥ / : * ? " < > の半角は使用不可)	
許可容量 (必須)	半角数字 [kl]	タンク内径 (必須) 半角数字 [m]
タンク自重 (必須)	<input checked="" type="radio"/> タンク自重の入力 自重 半角数字 [kN] <input type="radio"/> タンク自重不明	
内容物の実液比重 (必須)	半角数字 [-]	被災時貯蔵量 (必須) 半角数字 [%]
津波浸水深 (必須)	半角数字 [m]	津波流速 * 半角数字 [m/s]
* 入力が無い場合、比較的遅い流速の津波として計算します。		
<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>		
ツールの実行 計算開始ボタンを押してください。		
<input type="button" value="計算開始"/> <input type="button" value="保存"/> <input type="button" value="終了"/> <input type="button" value="計算中止"/>		

(1) データの入力について

ア 「入力データ」

- ① **新規入力** : 入力データ部分は全部空白で表示されます。入力したデータのタイプが使用不可の場合はその旨表示されます。
- ② **既存ファイルを参照** : (1.2 参照)

なお、本システムを立ち上げた直後の入力画面は、前回入力したデータが表示されています。

イ 「消防本部名」

該当する消防本部名を入力して下さい。(入力が無い場合でも計算の実行は可能です)

ウ 「事業所名」

該当する事業所名を入力して下さい。(入力が無い場合でも計算の実行は可能です)

エ 「タンク番号」

津波被害シミュレーションの対象となるタンクのタンク番号を入力して下さい。

オ 「許可容量」

津波被害シミュレーションの対象となるタンクの許可容量を半角数字で入力して下さい。単位はkl(キロリットル)となります。

カ 「タンク内径」

津波被害シミュレーションの対象となるタンクの内径を半角数字で入力して下さい。

さい。単位は m (メートル) となります。

キ 「タンク自重」

津波被害シミュレーションの対象となるタンクについて自重が判明している場合は、「タンク自重の入力」にチェックを入れて、「自重」欄にタンク自重を半角数字で入力して下さい。単位は kN (キロニュートン) となります。なお、ton (トン) を kN (キロニュートン) へ換算する場合は、次の式によって実施することができます

$$1 \text{ ton} = 9.80665 \text{ kN}$$

もし、タンク自重について明らかでない場合は、「タンク自重不明」にチェックを入れると、タンク内径から算出した概略自重を用いてシミュレーションを実行することができます。

ク 「内容物の実液比重」

津波被害シミュレーションの対象となるタンクに貯蔵する内容物の比重を半角数字で入力して下さい。

ケ 「被災時貯蔵量」

シミュレーションを実施する危険物の貯蔵率 (パーセント) を半角数字で入力して下さい。

コ 「津波浸水深」

シミュレーションを実施する津波浸水深を半角数字で入力して下さい。なお、このシミュレーションでいう「津波浸水深」とは、津波の浸水時における表面からタンク底板までの深さ (図1参照) をいいます。

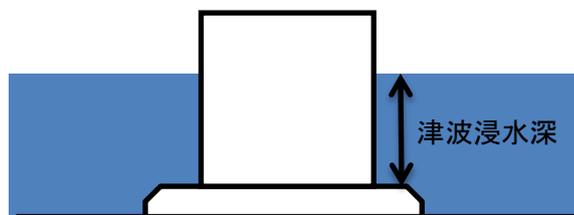


図1 津波浸水深の定義

サ 「津波流速」

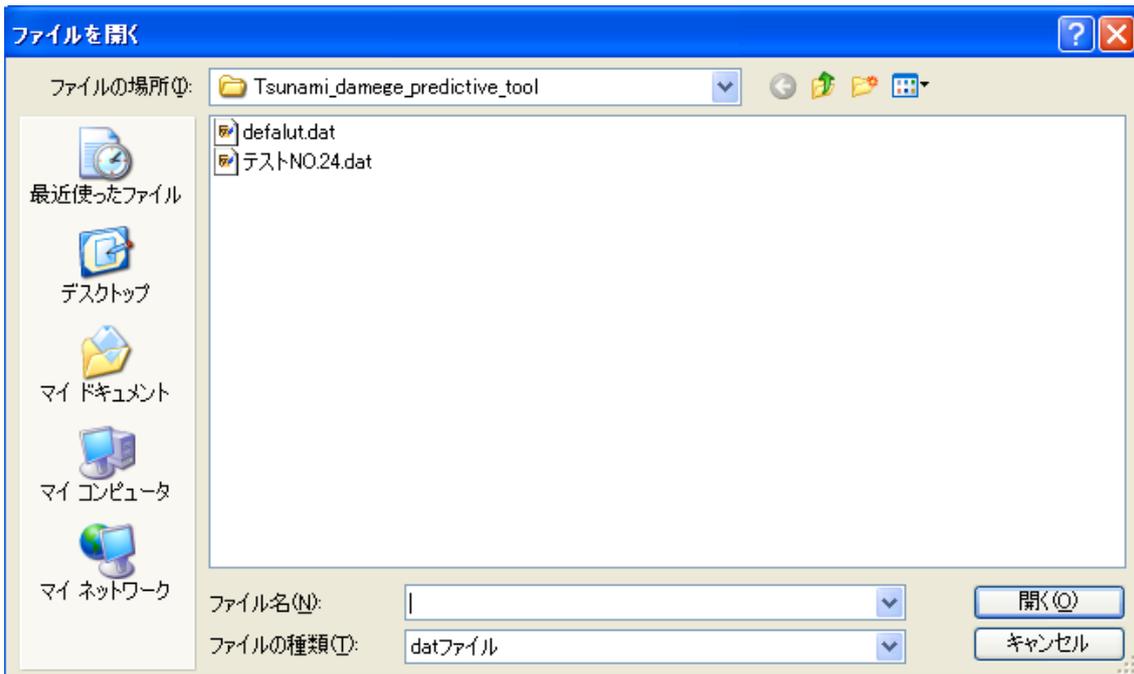
シミュレーションを実施する津波流速を半角数字で入力して下さい。なお、津波流速が定まっていない場合は、空欄のままでもシミュレーションの実行が可能です。

なお、入力データ等に誤りがある場合には、該当すると思われる箇所およびエラーメッセージが入力画面中に表示されますので参考にしてください。

(2) 計算の実行及びデータの保存等について

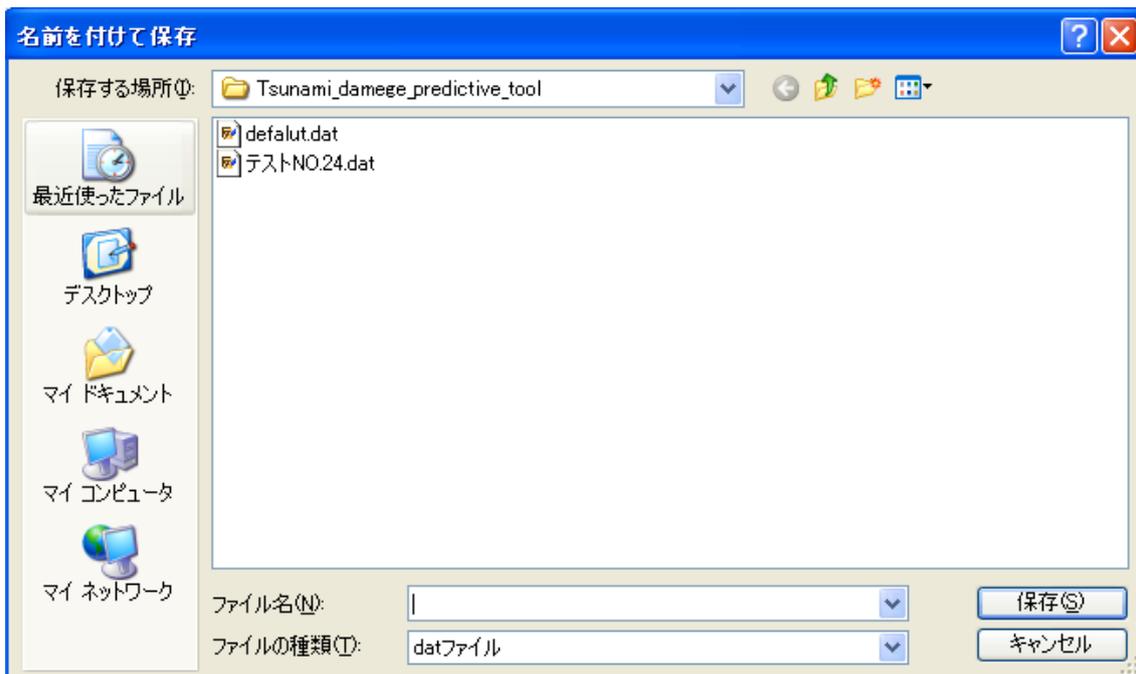
- ① **計算開始**：演算を開始します。演算終了後、ウィンドウに計算結果が表示されます。(2 参照)
- ② **保存**：ファイル名をつけて入力データを保存します。(1.3 参照)
- ③ **終了**：システムを終了します。
- ④ **計算中止**：システムを強制終了させることができます。

1. 2 既存ファイルを開く



- (1) 使用したいデータファイルを選択してください。
- (2) 選択したデータファイルがファイル名(N)に表示されるので、OK であれば開く(O)をクリックしてください。画面は自動的に入力画面に戻ります。
- (3) 選択したいファイル名が存在しない場合はキャンセルをクリックしてください。画面は自動的に入力画面に戻ります。

1. 3 名前を付けて保存



- (1) ファイル名(N)に、保存するデータ名を入力して「保存」をクリックしてください。画面は自動的に入力画面に戻ります。
- (2) 表示されているデータファイルの中から選択すると、選択したデータファイルがファイル名(N)に表示されます。この状態で「保存」をクリックすると、選択したデータファイルが上書きされます。
- (3) 操作を中止するには、「キャンセル」をクリックしてください。画面は自動的に入力画面に戻ります。

2 計算結果及びデータ出力

津波被害予測ツール

入力データ

新規入力
 既存ファイルを参照

消防本部名: 消防庁

事業所名: ○○株式会社 △△事業所

タンク番号 (必須): T-717

許可容量 (必須): 6000 [kl] タンク内径 (必須): 232 [m]

タンク自重 (必須): タンク自重の入力 自重: 1959.936 [kN]
 タンク自重不明

内容物の実液比重 (必須): 0.8 [-] 被災時貯蔵量 (必須): 50 [%]

津波浸水深 (必須): 5 [m] 津波流速 *: [m/s]

*入力が無い場合、比較的遅い流速の津波として計算します。

ツールの実行 計算開始ボタンを押してください。

計算開始 保存 終了 計算中止

計算結果

津波水平力	2138.2 [kN]	浮き上がり安全率	1.65 [-]
津波鉛直力	15445.9 [kN]	滑動安全率	2.35 [-]

データ出力 (出力したい項目をクリックしてください)

PDF形式のファイル	出力	csv形式のファイル	出力
浮き上がり安全率=1のチャート	出力	滑動安全率=1のチャート	出力

- (1) PDF形式のファイルの「出力」をクリックすると、計算結果がPDFファイルで出力されます。(2.1 参照)
- (2) CSV形式のファイルの「出力」をクリックすると、計算結果がCSVファイルで出力されます。(2.2 参照)
- (3) 浮き上がり安全率=1のチャートの「出力」をクリックすると、津波によりタンクが浮き上がり始める津波浸水深と貯蔵量との関係を示すチャートが出力されます。(2.3 参照)
- (4) 滑動安全率=1のチャートの「出力」をクリックすると、津波によりタンクが滑動し始める津波浸水深と貯蔵量との関係を示すチャートが出力されます。(2.4 参照)

2. 1 PDF ファイルの例

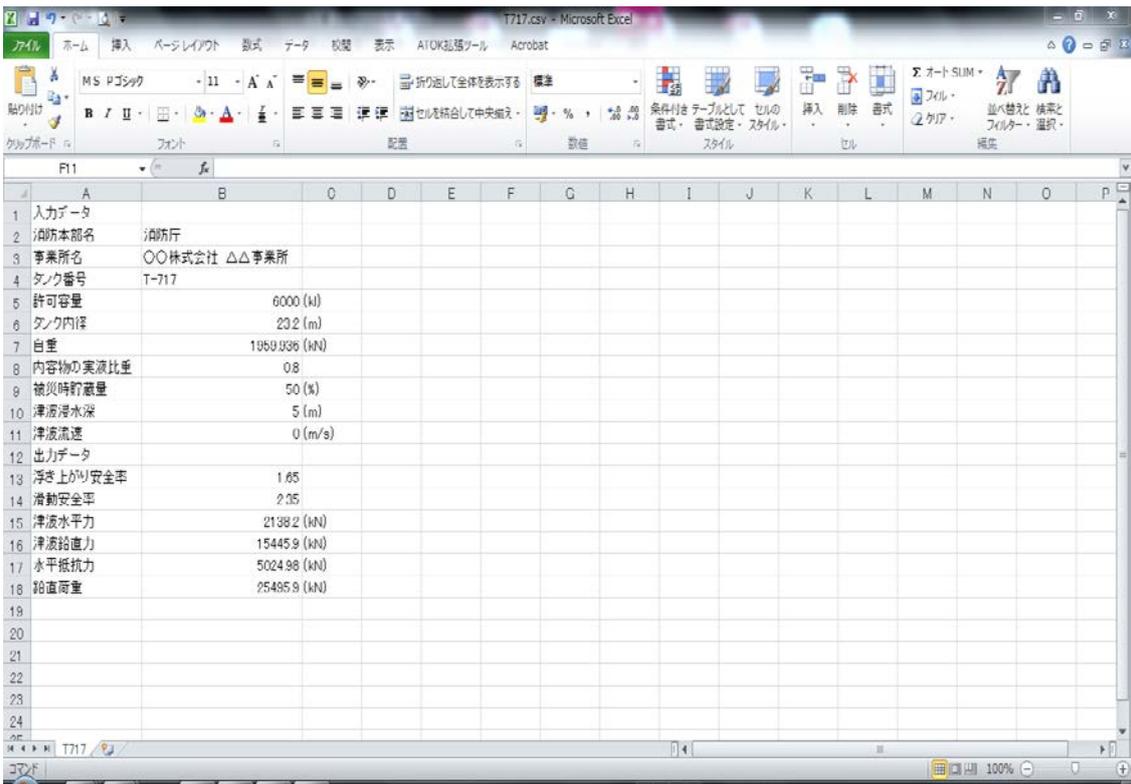
◆入力データ◆

消防本部名	消防庁
事業所名	〇〇株式会社 △△事業所
タンク番号	T-717
許可容量	6000 (kl)
タンク内径	23.2 (m)
自重	1959.936 (kN)
内容物の実液比重	0.8
被災時貯蔵量	50 (%)
津波浸水深	5 (m)
津波流速	0 (m/s)

◆出力データ◆

浮き上がり安全率	1.65
滑動安全率	2.35
津波水平力	2138.2 (kN)
津波鉛直力	15445.9 (kN)
水平抵抗力	5024.98 (kN)
鉛直荷重	25495.90 (kN)

2. 2 CSV ファイルの例

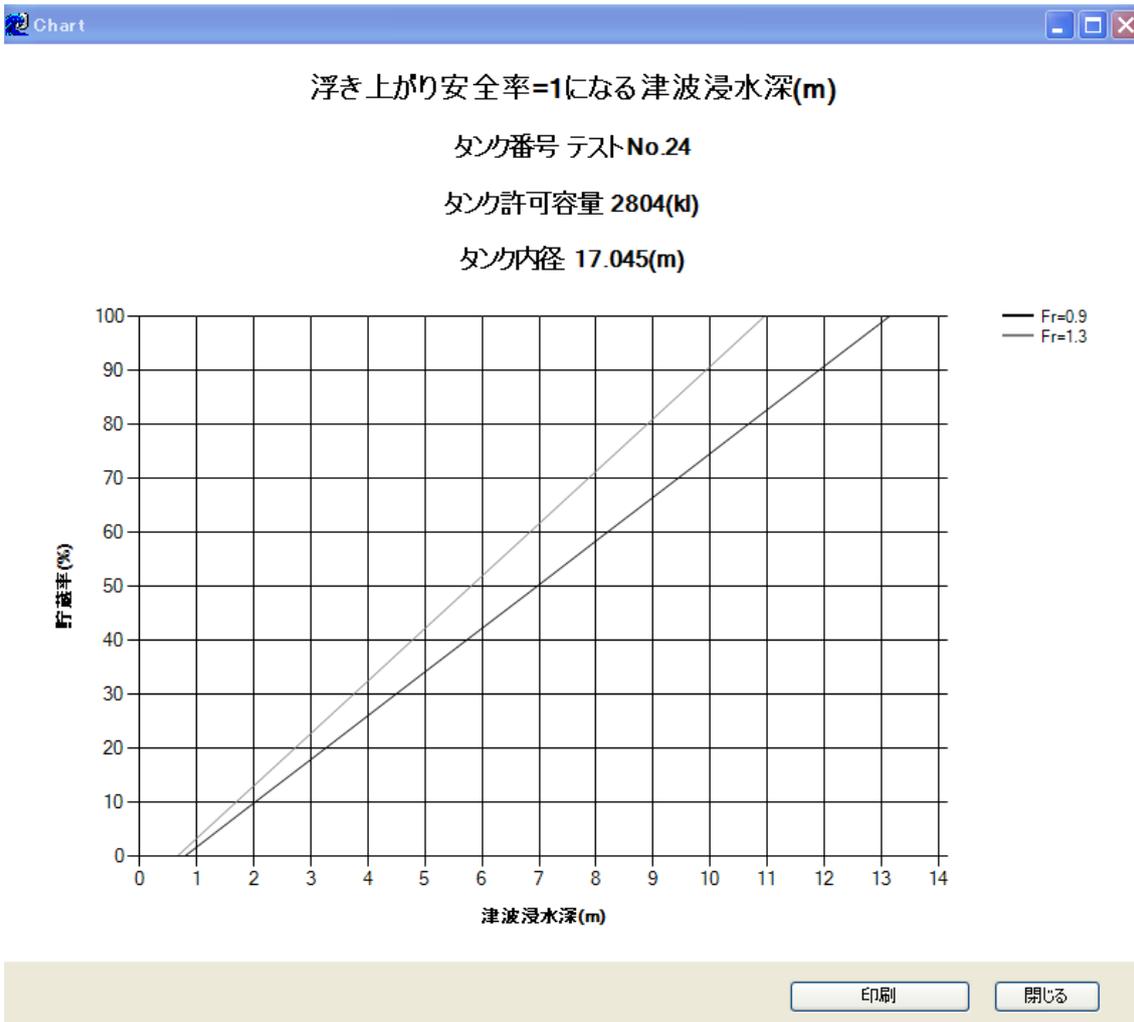


The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'T717.csv'. The data is organized into columns A through P and rows 1 through 24. The data is as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	入力データ															
2	消防本部名	消防庁														
3	事業所名	〇〇株式会社 △△事業所														
4	タンク番号	T-717														
5	許容量		6000 (k)													
6	タンク内径		20.2 (m)													
7	自重		1060.036 (kN)													
8	内容物の実液比重		0.8													
9	被災時貯蔵量		50 (%)													
10	津液浸水深		5 (m)													
11	津液流速		0 (m/s)													
12	出力データ															
13	浮き上がり安全率		1.65													
14	滑動安全率		2.05													
15	津液水平力		2138.2 (kN)													
16	津液鉛直力		15445.9 (kN)													
17	水平抵抗力		5024.98 (kN)													
18	鉛直荷重		25485.9 (kN)													
19																
20																
21																
22																
23																
24																

CSV ファイルは、Microsoft EXCEL 等の表計算ソフトで開くことができるデータ形式です。複数のタンクのシミュレーションデータを管理する場合等、必要に応じて利用することが可能です。

2. 3 浮き上がり安全率=1のチャート例



津波によりタンクが浮上し始める（浮き上がり安全率=1）津波浸水深と危険物の貯蔵率の関係を示したチャートです。

チャート上には、津波の流れが標準的な場合（ $Fr=0.9$ ）及び津波の流れが速い場合（ $Fr=1.3$ ）の2ケースにおけるタンクの浮き上がりシミュレーション結果を示します。

東日本大震災における屋外貯蔵タンクの津波被害事例の調査からは、津波の流れが標準的な場合（ $Fr=0.9$ ）におけるシミュレーション結果と被害形態について高い相関が得られていることから、津波流速が定まっていない場合は $Fr=0.9$ において浮き上がり安全率=1となる津波浸水深と貯蔵率との関係を参考にすることができるものと考えます。

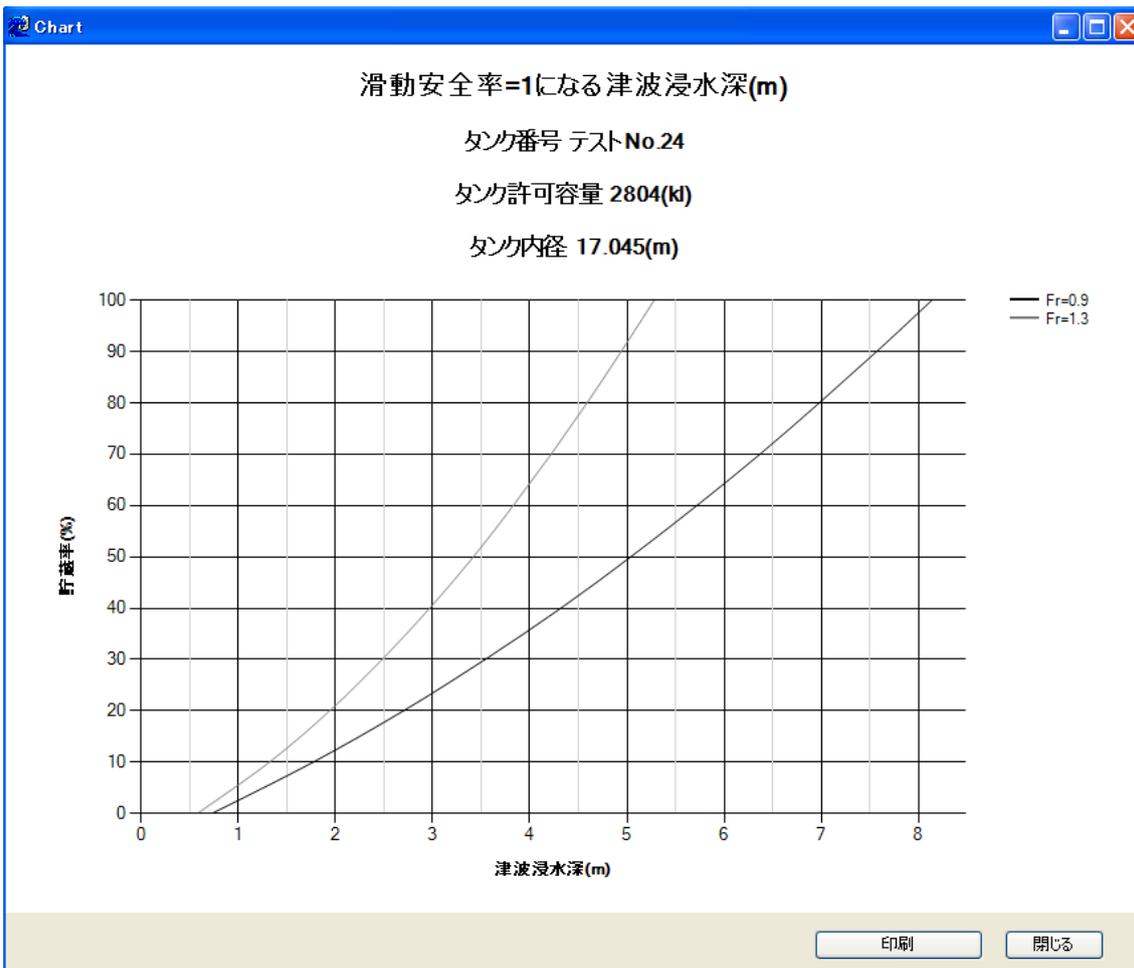
<Fr（フルード数）について>

フルード数とは、流体の慣性力の影響を表す無次元値であり、次の式で求められます。

$$Fr = \frac{V_{max}}{\sqrt{g \cdot \eta_{max}}}$$

ここで、 V_{max} は津波流速、 g は重力加速度、 η_{max} は津波浸水深を表します。

2. 4 滑動安全率=1のチャート例



津波によりタンクが滑動し始める（滑動安全率=1）津波浸水深と危険物の貯蔵率の関係を示したチャートです。

チャート上には、津波の流れが標準的な場合（ $Fr=0.9$ ）及び津波の流れが速い場合（ $Fr=1.3$ ）の2ケースにおけるタンクの滑動シミュレーション結果を示します。

東日本大震災における屋外貯蔵タンクの津波被害事例の調査からは、津波の流れが標準的な場合（ $Fr=0.9$ ）におけるシミュレーション結果と被害形態について高い相関が得られていることから、津波流速が定まっていない場合は $Fr=0.9$ において滑動安全率=1となる津波浸水深と貯蔵率との関係を参考にすることができるものと考えます。