

# 流氷を考慮した被害関数の構築の提案(1952年流氷被害データも考慮)

## 経緯

津波(水流)および流氷(漂流物群)の浸水深(流速)にともなう外力特性(関数形)をそれぞれ考慮した被害関数の設定を検討する余地がある

## 流氷特有の外力特性

他の漂流物と同様に衝突, 大量の流氷で生じるアイスジャム(閉塞)による水流のせき止め⇒局所的な水位上昇(水圧増大), 氷の積み重なりによる主働圧など

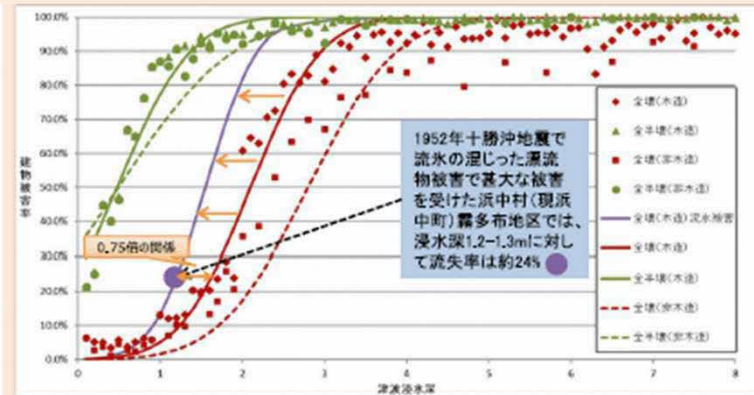
## 代替案の概要(詳しくはp2以降)

本案では衝突力のみを考え, 衝突力と津波による外力(抗力)をそれぞれ浸水深の関数で整理. 原案にもある1952年の流氷被害も考慮したものとする. 流氷ありの力(衝突力と水による抗力との合力)に等価な流氷がない場合の抗力に相当する浸水深から(元の被害関数利用)被害率を順次算定し, これを流氷ありの被害関数とする

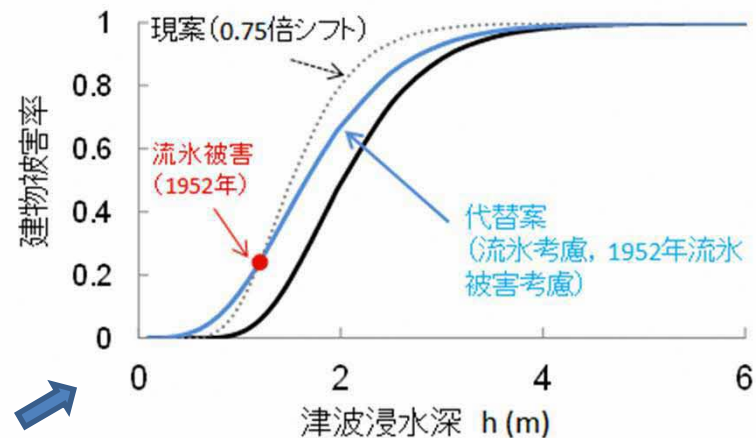
## 結論

流氷考慮案(右図)は, 原案(0.75倍シフト)に比べ, 浸水深が小さい場合は過大, 大きい場合は過小評価する傾向あり. 結局は, 不確定要素も大きいため, 分かりやすくシンプルな原案を採用するのも良い.

・流氷を伴う建物被害は, 1952年十勝沖地震の浜中村霧多布地区で, 浸水深約1.2mで全壊率約24%である。これと同じ全壊率となる東日本大震災の漂流物がない場合の浸水深は約1.6mで, これらの比は1.2/1.6=約0.75倍である。このことから, 流氷を伴う建物被害は, 流氷を伴わない場合の浸水深の約0.75倍の浸水深による被害と同等になるとして設定する。



元(原案)の考え方(資料より抜粋)



流氷(漂流物)を考慮した場合の被害率

※ 被害関数のパラメータは本資料作成時で不明なため流氷被害●を通るよう調整した仮のもの

## 参考（流氷を考慮した被害関数の構築の方法(案)）

「津波のみによる抗力(あるいは水圧)」, 「流氷(漂流物)による衝突力」, 両者ともに津波浸水深(流速)に依存するが, 各々の関数形が異なるためその違いを考慮

### □ 流氷の衝突力( $F_i$ )場合

流速(≡漂流速度)( $u$ )の1乗に比例 [木岡ら, 2017]  $F_i = Ku$   $K$ : 流氷の諸元や物性値を表す  
陸上流速と浸水深( $h$ )との関係 [松富ら, 1998, 飯塚ら, 2000]  $u = \alpha\sqrt{gh}$

$$\text{より, } F_i(h) \approx K\alpha\sqrt{gh} \quad (1)$$

### □ 津波力(抗力)( $F_0$ ) 場合(流氷/漂流物が伴わない場合)(例えば, 越村ら, 2009, 飯塚ら, 2000)

$$F_0(h) = \frac{1}{2}\rho C_D hu^2 \approx \frac{1}{2}\rho C_D \alpha^2 gh^2 \quad (2)$$

以上より, 流氷の衝突力は $h$ の平方根, 津波のみの力(抗力)は浸水深の2乗に比例

流氷ありの津波力( $F_{sum}$ )は, 衝突力( $F_i$ )と水による抗力( $F_0$ )の合力と仮定

$$F_{sum}(h) = F_i(h) + F_0(h) \quad (3)$$

1952年流氷被害データを考慮する(あるいは上記 $K$ を不確定要素と考える)ため, 1952年の記録から, 流氷時 $h=1.2\text{m}$ の被害と, 流氷なし時の $h=1.6\text{m}$ の被害が同じ, つまり津波力が等しいと仮定

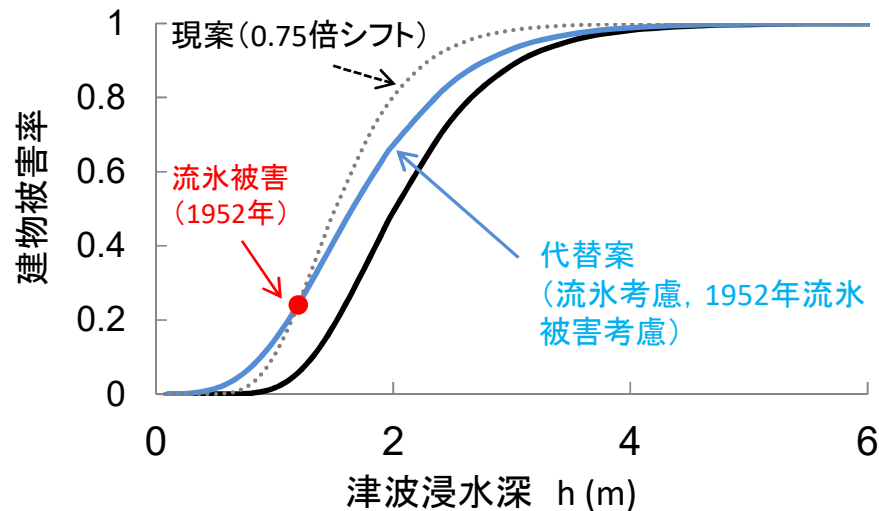
$$F_{sum}(h=1.2\text{m}) = F_0(h=1.6\text{m}) \quad (4) \quad \Rightarrow \text{これより}K\text{を算出}$$

## 参考（流氷を考慮した被害関数の構築の方法(案)）

### ◆ 流氷を伴う被害関数の推定のステップ

- ① 式(3)より $K$ を推定（唯一の記録である1952年流氷被害データを反映）
- ② 浸水深  $h$ より, 式(3)から $F_{sum}$ を計算し, それと等価な流氷がない場合の水深  $h_0$ を算出
- ③  $h_0$ から与えられたもとの被害関数(流氷なし)の被害率を算定
- ④  $h$ とその被害率の関係が, 流氷をともなう被害関数となる(図-2に例示)

(※ 資料での被害関数のパラメータは本資料作成時点で不明なため流氷被害●を通るよう調整した仮のもの)



流氷(漂流物)を考慮した場合の津波浸水深と被害率との関係(案)

## 参考文献

- ・木岡ら: 中規模衝突実験及び数値実験に基づく海水等脆性体の衝突力特性と簡易式の提案, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol.73, No2., pp.973-978, 2017.
- ・松富ら: 津波の陸上流速とその簡易推定法, 海岸工学論文集, Vol. 45, pp.361-365, 1998.
- ・飯塚ら: 津波氾濫流の被害想定, 海岸工学論文集, Vol.47, pp.381-385, 2000.
- ・越村ら: 津波被害関数の構築, 土木学会論文集B, VI.65 No.4, pp.320-331, 2009.