

2011 年東北地方太平洋沖地震の津波による浸水深および破壊力の分布特性

岩手大学 学生会員 ○加藤明, 正会員 小笠原敏記, 堺茂樹

1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震による津波（以下，2011 年東北津波）は，三陸沿岸に大きな爪後を残し，多くの建物が流失するような被害を受けた．これまでは，浸水深を基本に建物被災規模を検討して来たが，その被災メカニズムは複雑である．Gray ら（2011）は浸水深による静水圧だけでなく，氾濫流速と浸水深を考慮した破壊力による検討も必要と報告している．

そこで本研究では，2011 年東北津波を再現計算から得られる浸水深および破壊力を基に，被災規模や防災施設を考慮した岩手県沿岸 5 市町村の建物被災規模との関係を明らかにし，建物被災評価指標の提案を行う．

2. 解析データの概要

岩手県沿岸 12 市町村の浸水深および破壊力のデータは，岩手県河川課より提供された．データは，2011 年東北津波の再現計算結果を基にしており，計算条件の概要を表-1 に示す．なお，浸水深は，津波発生から最大波が陸上に遡上する間で，10m 格子内の最大浸水深とする．また，単位幅当たりの破壊力 F_i は，

$$F_i = \rho h_i U_i^2 \quad [\text{N/m}] \quad (1)$$

と表す．ここで， ρ は流体の密度 ($=1000\text{kg/m}^3$)， h_i は最大破壊力時の格子内の浸水深， U_i はスタッガード格子で求めた水平速度 $u_{i\pm 1/2}$ および鉛直速度 $v_{j\pm 1/2}$ であり，

$$U_i^2 = \left(\frac{u_{i+1/2j} + u_{i-1/2j}}{2} \right)^2 + \left(\frac{v_{ij+1/2} + v_{ij-1/2}}{2} \right)^2 \quad (2)$$

と求めることにした．さらに，建物被災データは，国土交通省が実施した「H23 東北地方太平洋沖地震の津波被災における被災現況調査」を用いた．被災区分は，流失から被災なしまでの 7 段階に区分される．なお，対象地域を沿岸北部で被害の大きかった野田村，X 型防潮堤のある宮古市田老，湾口防波堤のある釜石市，沿岸南部で被害の大きかった大槌町および陸前高田市の 5 市町村とした．

表-1 2011 年東北津波再現計算条件

波源モデル	藤井・佐竹モデル(Ver.4.0)
基礎方程式	非線形長波方程式 (越流境界：本間公式の越流計算)
計算格子	3240, 1080, 360, 120, 40, 10 [m]
地形モデル	平成 16 年岩手県津波予測モデル ※震災時の地盤沈下は考慮せず
防災施設	施設なし（被害あり）

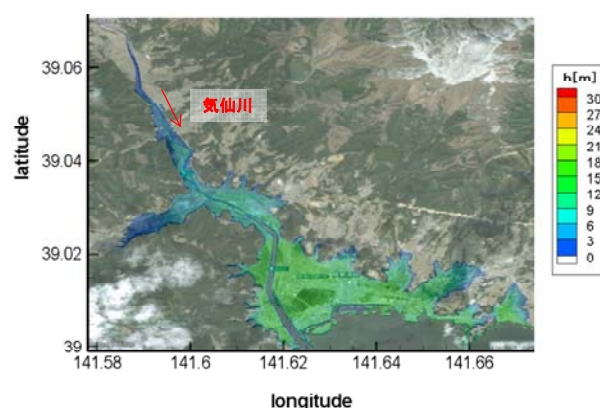


図-1 陸前高田市における浸水深の平面分布

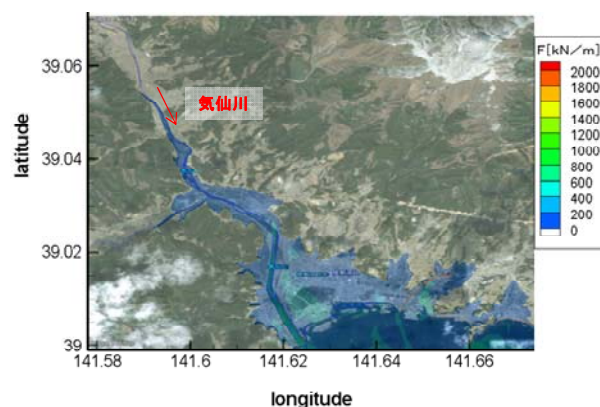


図-2 陸前高田市における破壊力の平面分布

3. 陸前高田市における浸水深および破壊力の分布

図-1 は，陸前高田市での浸水深の平面分布を示す．高田松原海岸から山の裾野まで平野部全域で，10m 以上の浸水深に達している．高田松原海岸の防潮堤の高さが T.P.+5.5m であることから，その高さを遙かに越える津波が襲来したと推測される．次に，破壊力の平面分布を図-2 に示す．浸水深に比べて，平野部の分布

に差が見られる．特に，高田松原背後から気仙川左岸側上流にかけて，破壊力が大きくなることがわかる．

4. 浸水深および破壊力と建物被災区分の関係

浸水深および破壊力と建物被災区分の関係を検討するため，50m×50mの領域内の建物戸数と被災区分の頻度を求め，最も多い被災区分をその領域の代表被災区分とした．浸水深と破壊力も50m×50mの領域内の最大値を代表値とした．図-3は，陸前高田市および宮古市田老における浸水深と建物被災区分の関係を示す．陸前高田市の場合，各被災区分の上限の浸水深に着目すると，被災規模に比例して浸水深も大きくなる．一方，宮古市田老の場合，被災区分と浸水深は，無相関と言える．このような傾向は，破壊力と建物被災区分の関係にも言えた．この原因として，宮古市田老のまち並みは，X型防潮堤の背後に隣接して建物が密集しているため，防潮堤の効果および建物の密集度が被災区分のバラつきを生んだものと推察される．

図-4の上段は，対象5地域の浸水深と被災区分の関係を示す．宮古市田老の値(図中の■)を除くと，図-3の陸前高田市と同様な傾向を示し，浸水深が高くなると被災規模も大きくなる．浸水深の上限値 $h_{\max}$ を用い

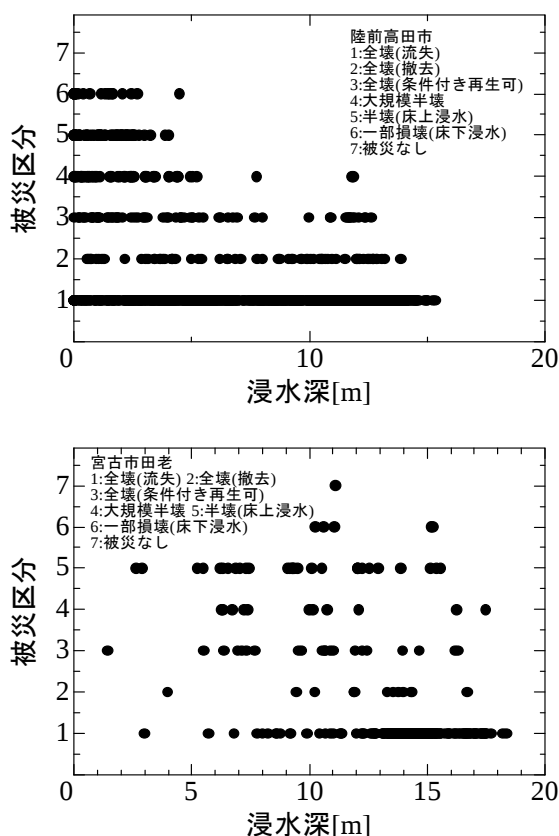


図-3 浸水深と建物被災区分の関係

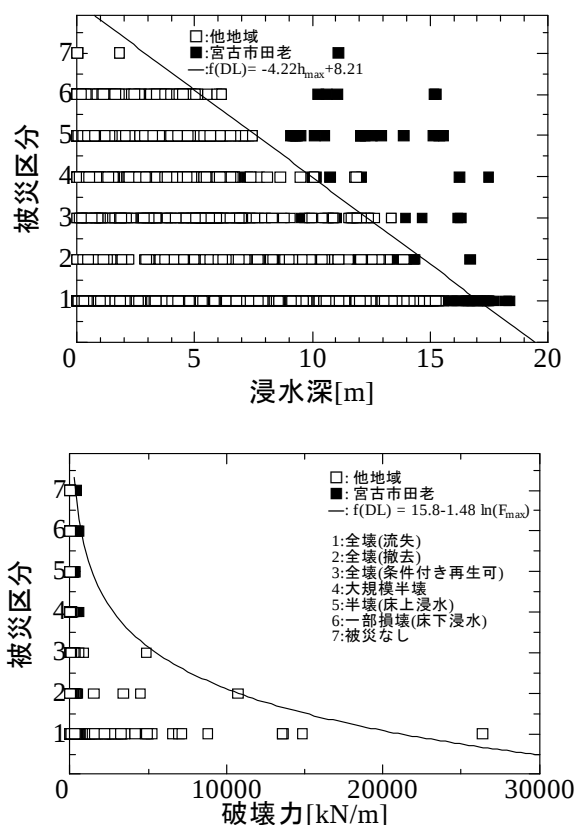


図-4 対象地域の各パラメータと建物被災区分の関

て回帰式 $f(DL)$ を求めると，次式で表すことができる．

$$f(DL) = -4.22h_{\max} + 8.21 \quad (3)$$

図-4の下段は，対象5地域の破壊力と被災区分の関係を示す．破壊力で建物被災区分を評価した場合，宮古市田老の破壊力の値が陸前高田市など他の地域に比べてオーダーが小さいため，バラつきも含めて評価することができる．浸水深と同様に，破壊力の上限値 $F_{\max}$ を用いて回帰式 $f(DL)$ を求めると，次のようになる．

$$f(DL) = 15.8 - 1.48 \ln(F_{\max}) \quad (4)$$

以上より，式(3)は浸水深，式(4)は破壊力から最低被災規模を評価することができる関数を意味する．ただし，どちらの式を用いることが最適なのか，また評価式の妥当性については，解析領域の解像度（地形の影響）や建物の密集度，防災施設などの詳細な検討が必要である．特に，狹隘な場所の浸水高と氾濫流の関係を明確にすることが課題と言える．

参考文献

Gray Y.K. Chock et al., Tsunami structural design provisions for a new update of building codes and performance-based engineering, Solutions to coastal disaster 2011, 423-435.
国土交通省，H23 東北北地方太平洋沖地震の津波被災における被災現況調査，2011．