

津波による漂流家屋の付加抵抗を考慮した家屋流失限界評価

埼玉大学	学生会員	○近藤	康太
埼玉大学	正会員	田中	規夫
埼玉大学	正会員	八木澤	順治

1. 目的

東北地方太平洋沖地震により発生した津波は、海岸構造物や海岸林の多くを破壊し、後背地の家屋に甚大な被害をもたらした。本研究は仙台平野の家屋流失実態、海岸林の破壊実態、浸水深などを調査するとともに、数値解析により流失した家屋が背後の構造物被害、ならびに、津波に対する減衰効果の変化に与える影響を評価する事を目的とする。

2. 研究内容

(1) 仙台平野における津波被害実態調査：2011年3～5月の期間に、海岸林、家屋の顕著な被害が確認された18個の計測Line(表-1)を一次選定し、1Lineあたり10前後の津波痕跡浸水深を計測するとともに、周辺の海岸林や家屋の被災状況を調査した。本研究の目的は家屋流失の有無による影響評価であるため、家屋の密集度が異なる2Lineにおける評価が必要となる。そこで、一次選定した18Lineのうち、若林区Line6(家屋の密集度が高い)、若林区Line8(家屋の密集度が低い)の2Lineを二次選定した。なお、樹木破壊や堤防の破壊のタイミングといった問題は既往研究(田中ら、2012)によって検討されている。本研究では樹木破壊があり、未破壊であるという点では2Lineとも同様の条件で家屋密集度の差を直接比較することが可能な場所を選定した。

(2) 非線形長波モデルによる数値計算：(1)の2Lineにおいて、数値計算により津波浸水深を再現した上で、津波によって家屋に作用する抗力や抗力によるモーメントを算出する。そのため、非線形長波方程式を用いた津波の平面二次元計算を実施した。図-1にLine6に設定した地形条件を一例として示す。境界条件は、沖合で周期30分の正弦波を汀線で観測された波高となるように与え、第一波の押し波のみを考慮した。図-2には樹木破壊判定を含むモデル(破壊限界モーメントを越えた樹木の C_d を1.0から0.2に変更)の最大浸水深の計算結果を示す。図-3はモーメント指標 u^2h^2 (u :流速, h :浸水深)の最大値を植生・家屋ありで計算した結果を示したものである。家屋の流失状況と u^2h^2 を比較すると家屋流失率が0%となった地点で $u^2h^2=34(\text{m}^4/\text{s}^2)$ となる。この値を家屋の流失限界と定義し、この値を超えると樹木と同様に家屋は流失と判定(C_d を2.1から0.0に変更)される。図-4,5に家屋が密集する若林区Line6で流失家屋の付加抵抗の効果について検討した結果を示す。図-4より密集した家屋群内では、破壊・流失した家屋が流れに与える抗力を考慮したA2(流失家屋の $C_d=1.2$)や、A3(A2に加え流失家屋が集積することによる付加抵抗を考慮)の方が、A1(流失家屋の $C_d=0$)に比べて痕跡浸水深を精度よく評価できていることが分かる。A2は家屋としての形状を維持しているものや瓦礫となって流失する家屋を総合して流れに与える抗力の効果を考慮したものである。また、A3はA2に加え流失家屋が直背後に立地する家屋(せき止め家屋)に集積されることによって生じる流れに対する投影面積の拡大(図-6)と流体力の作用位置の変動によるモーメントの増加(図-7)という2つの現象を表現する。また、図-5よりモーメント指標からも流失家屋の付加抵抗を考慮したA3が最も実際の流失状況を精度よく表現できたことから、破壊を伴う現象には本研究のモデル化が有効であることがわかる。

3. 主要な結論

- (1) Line8より家屋の流失限界はモーメント指標 $u^2h^2=34.4(\text{m}^4/\text{s}^2)$ と定義される。
- (2) 流失家屋の背後への付加抵抗を考慮することは津波被害を精度良く評価するために重要である。

参考文献：田中規夫、安田智史、八木澤順治、津波時における海岸林の家屋被害軽減量の定量化、東日本大震災津波による河川災害河川環境変化、京都大学、2012.1.24.

謝辞：アジア・アフリカ学術基盤形成事業(コーディネータ・田中規夫)経費の一部を使用した。記して謝意を表します。

キーワード 家屋流失限界 流失家屋 せき止め家屋

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 E-mail : tanaka01@mail.saitama-u.ac.jp

表-1 仙台平野における現地調査箇所一覧

Line名	地名	Line海岸部の経緯度		家屋流失限界 (海岸からの距離)	海岸堤防 の流失	海岸林 の流失	海岸における 家屋群の有無	巨大構造物 の有無
		N	E					
Line1	仙台市	38°15'20"	141°0'43"	明確	有り	有り	有り	無し
Line2	仙台市	38°15'15"	141°0'39"	明確	有り	有り	有り	無し
Line3	仙台市	38°14'56"	141°0'39"	明確	無し	無し	無し	有り
Line4	仙台市	38°14'33"	141°0'21"	明確	無し	無し	無し	無し
Line5	仙台市	38°14'8"	141°0'11"	明確	有り	有り	無し	無し
Line6	仙台市	38°13'2"	140°59'12"	明確	無し	無し	有り	無し
Line7	仙台市	38°12'50"	140°59'3"	明確	無し	無し	有り	無し
Line8	仙台市	38°12'24"	140°58'42"	明確	無し	無し	有り	無し
Line9	仙台市	38°10'51"	140°57'50"	明確	無し	無し	有り	無し
Line10	岩沼市	38°4'42"	140°55'34"	明確	無し	無し	無し	無し
Line11	岩沼市	38°4'22"	140°55'31"	明確	無し	無し	無し	無し
Line12	亶理町	38°2'21"	140°55'19"	明確	無し	無し	有り	無し
Line13	亶理町	38°1'3"	140°55'6"	明確	無し	無し	無し	無し
Line14	亶理町	38°0'11"	140°54'59"	明確	有り	有り	無し	無し
Line15	山元町	37°58'17"	140°54'55"	明確	有り	有り	無し	無し
Line16	山元町	37°57'53"	140°54'58"	不明確	無し	有り	無し	無し
Line17	山元町	37°57'32"	140°54'59"	不明確	有り	有り	無し	無し
Line18	山元町	37°65'26"	140°55'12"	不明確	有り	有り	無し	無し

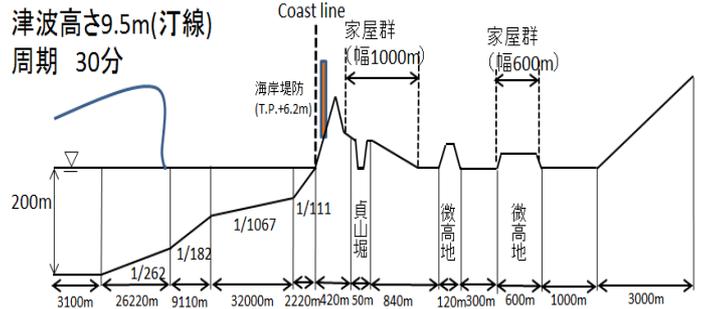


図-1 若林区 Line6 で設定したモデル地形

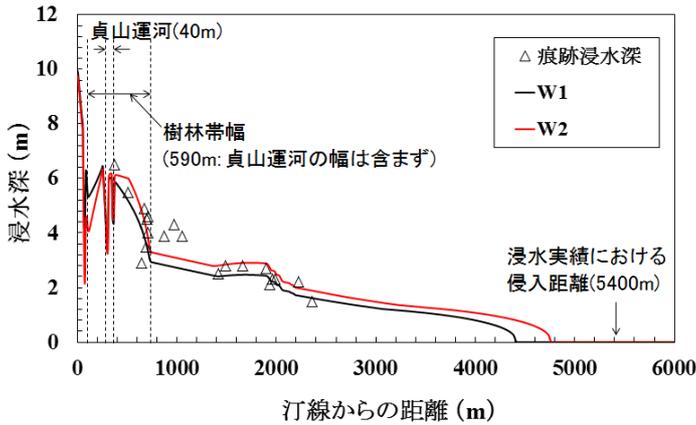


図-2 若林区 Line8 での計算結果
(W1:樹木破壊を考慮せず $C_d=1.0$ で固定, W2: 樹木破壊判定を考慮し, 破壊後に $C_d=0.2$ に変更)

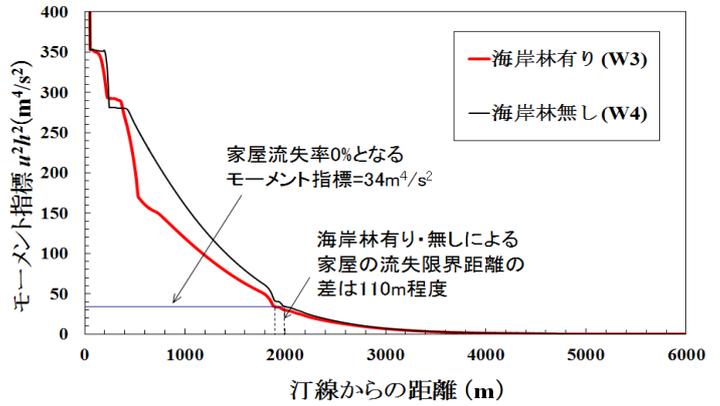


図-3 若林区 Line8 でのモーメント指標の縦断変化
(W3:海岸樹林有り, W4:海岸樹林無し)

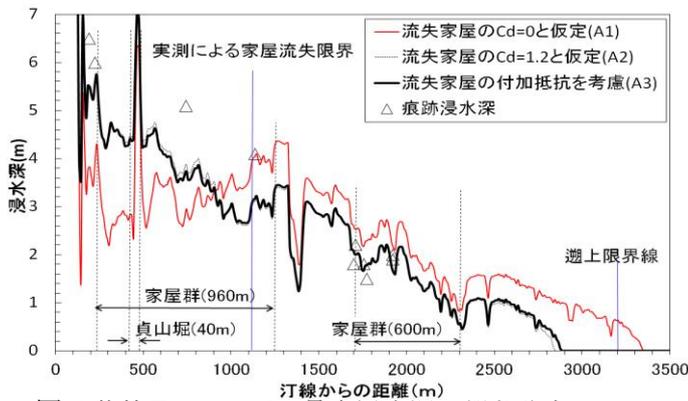


図-4 若林区 Line6 での最大浸水深の縦断分布
(A1:流失家屋の $C_d=0$ と仮定, A2:流失家屋の $C_d=1.2$ と仮定, A3:流失家屋の付加抵抗を考慮)

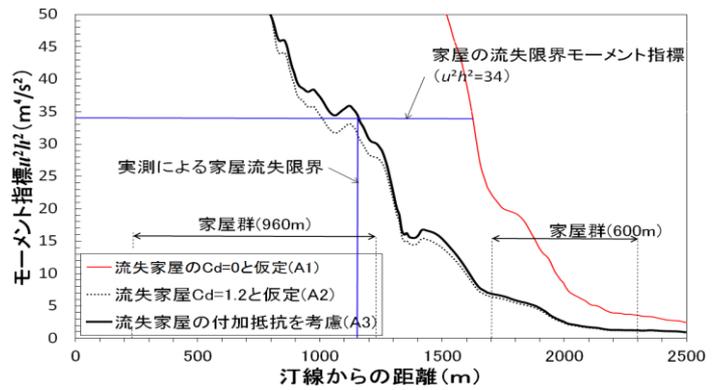


図-5 若林区 Line6 でのモーメント指標の縦断変化
(A1:流失家屋の $C_d=0$ と仮定, A2:流失家屋の $C_d=1.2$ と仮定, A3:流失家屋の付加抵抗を考慮)

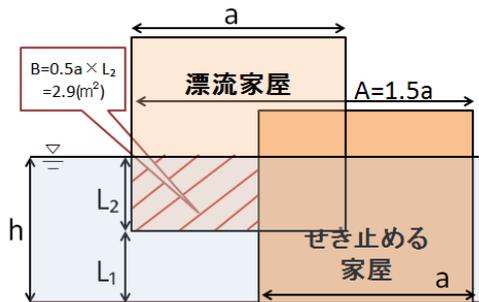


図-6 流下方向の横断図による投影面積の拡大(正面図)

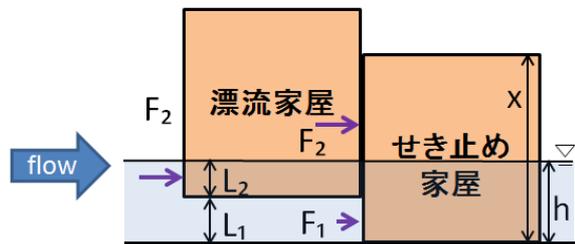


図-7 流体力の作用位置の変動(側面図)