

1) - 7 海岸線からの距離及び標高による建築物に作用する津波波力の低減に関する研究【安全・安心】

Study on Reduction of Tsunami Force Acting on Buildings by Distance from Coastline and Altitude

(研究開発期間 平成 29～30 年度)

構造研究グループ Dept. of Structural Engineering 建築生産研究グループ Dept. of Production Engineering	岩田善裕 IWATA Yoshihiro 石原直 (～平成 29 年度) ISHIHARA Tadashi	奥田泰雄 OKUDA Yasuo
--	--	---------------------

Computational fluid dynamics simulation regarding tsunami running on land with slopes was conducted to clarify the reduction effect of tsunami force by distance from coastline and altitude. The reduction effect of inundation amplification coefficient was shown for various angles of slopes. The evaluation method of Froude number associated with inundation amplification coefficient was examined for flow behind surge front and the method was verified using the results of the simulation.

【研究開発の目的及び経過】

東日本大震災における津波による建築物の被害調査等を踏まえ、平成 23 年国土交通省告示第 1318 号（津波浸水想定を設定する際に想定した津波に対して安全な構造方法等を定める件）が制定された。当該告示では、建築物に作用する津波波力の算定法が規定されており、その根幹をなす津波波圧の算定式には、浸水深の水深係数に相当する静水圧の式が採用されている。しかし、この水深係数の値は、津波を軽減する効果が見込まれる防潮堤等の遮蔽物がない地域では、津波避難ビル等の建設地点の海岸線からの距離や標高といった陸地の特性によらず一律 3 という厳しい値が設定されており（図 1）、設計荷重が過大となり設計が困難となるケースもあることから、水深係数のより合理的な設定法が求められているのが現状である。

本研究では、陸地の特性として津波避難ビル等の建設地点の海岸線からの距離及び標高に着目し、勾配を有する陸地を遡上する津波の数値流体解析により、海岸線からの距離及び標高に応じた津波の流速、浸水深、フルード数の変化について調査し、水深係数のより合理的な設定法の提案については津波波力の低減に資する知見を得ることを目的とする。

【研究開発の内容】

1) 津波の数値流体シミュレーションの実施及びデータ整理

津波の数値流体シミュレーションを実施し、勾配を有する陸地および勾配なしの陸地を遡上する津波のフルード数、水深係数指標等に関するデータを取得し、

海岸線からの距離に応じた津波波力の低減に関するデータ整理を行う。

2) 津波波力の低減に関する評価法の検討

津波の数値流体シミュレーションで得たデータの分析を踏まえ、津波波力の低減に関する評価法の検討を行う。



図 1 水深係数 a の設定の現状

（津波を軽減する効果が見込まれる防潮堤等の遮蔽物がない地域では、一律 3 と設定される。なお、上記条件を満たす防潮堤等の遮蔽物がある地域では、海岸線から 500m 以上離れている場合は 1.5、それ以外は 2 と設定される。）

【研究開発の結果】

1) 津波の数値流体シミュレーションの実施及びデータ整理

津波の非先端部を対象とした解析では、陸地への遡上に伴い水深係数が低下し、陸地勾配が大きいほど低下度合いが大きくなる傾向があることがわかった（図 1）。また、現行告示で規定される水深係数 3 又は 2 が規定の下限值 1.5 以下となるのに必要な遡上距離は、数百 m 程度であるとの知見を得た（表 1）。一方、先端部が卓越する津波の解析では、水深係数の値のばらつきが大きく、陸地への遡上に伴う低下傾向もほとんど見られなかった。

2) 津波波力の低減に関する評価法の検討

解析結果を踏まえ、津波の非先端部が卓越する場合を

対象とし、海岸線からの距離及び標高に応じた津波波力の低減のための評価法の検討を行った。一般的な直方体形状の建築物に作用する津波波力は、水深係数に基づいて定義され（式(1)）、水深係数はフルード数に基づいて定義される（式(2)）。本検討では、エネルギー保存則、流量保存則等に基づき、海岸線からの距離及び標高に応じたフルード数の評価式を提案した（式(3)）。最後に、評価式の推定精度を検証し、提案する評価式が概ね良好な推定精度を有していることを確認した（図 2）。

$$F = \frac{1}{2} \alpha^2 \rho B g h^2 \quad (1)$$

F : 津波波力、 α : 水深係数指標、 ρ : 水の単位体積質量、 B : 建築物の幅、 h : 浸水深
<水深係数とフルード数の関係>

$$\alpha = 1 + \frac{Fr^2}{2} \quad (2)$$

<提案式>（海岸線からの距離及び標高に応じたフルード数の評価式）

$$z + L \frac{n^2 g}{2h_0^{1/3}} \left(Fr_0^2 + \frac{Fr^{20/9}}{Fr_0^{2/9}} \right) = h_0 \left[1 + \frac{1}{2} Fr_0^2 - \left(1 + \frac{1}{2} Fr_0 \right) \left(\frac{Fr_0^2}{Fr} \right)^{2/3} \right] \quad (3)$$

L 及び z : 対象地点の海岸線からの距離及び標高、 n : マニングの粗度係数、 Fr_0 及び h_0 : 海岸線における津波のフルード数及び浸水深、 Fr : 対象地点における津波のフルード数（フルード数 1 以上を適用範囲とする。）

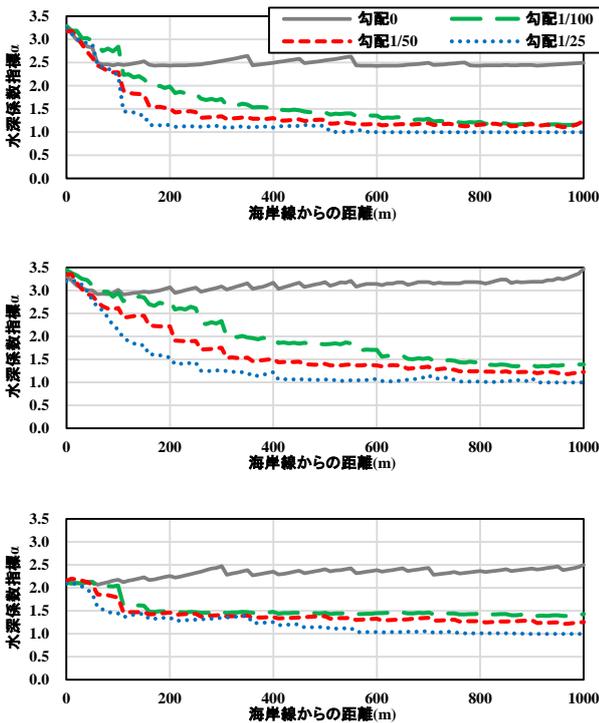


図 1 海岸線からの距離と水深係数の関係（津波の非先端部を対象とした解析）

表 1 水深係数 3 又は 2 が 1.5 以下となるのに必要な
遡上距離

	陸地勾配	遡上距離 (m)
津波 a ($\alpha=3$ 程度)	0	—
	1/100	400
	1/50	200
	1/25	110
津波 b ($\alpha=3$ 程度)	0	—
	1/100	700
	1/50	400
	1/25	200
津波 c ($\alpha=2$ 程度)	0	—
	1/100	150
	1/50	100
	1/25	70

<津波波力算出式>

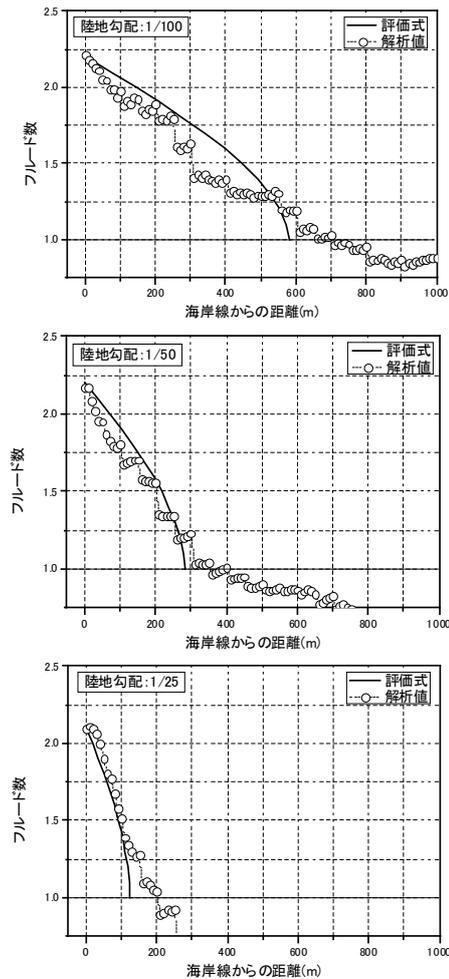


図 2 評価式の検証例（津波 b）（ $n=10^{-3}$ として推定）