

海岸構造物が津波の水理特性に与える影響について

東北大学	学生会員	○沓澤 佑樹
東北大学	正会員	Nguyen Xuan Tinh
秋田大学	正会員	渡辺 一也
東北大学	フェロー会員	田中 仁

1. はじめに

2011年3月の東日本大震災津波は東北地方沿岸域に大きな被害をもたらした。Adityawan ら¹⁾による研究の中で、宮城県東松島市野蒜海岸の異なる海岸構造物のある2区間において明らかな前面海浜の侵食被害の相違が発見された。このような海岸構造物の相違による地形変化の違いを明らかにするため、乱流モデルを使用した数値計算手法により、津波の下での底面せん断力に関する検討を行った。

2. 研究対象および数値計算方法

本研究では、前述の野蒜海岸を研究対象とした。波源モデルは浅水流方程式モデルを使用し、その計算結果を用いて EFDC (Environmental Fluid Dynamics Code) モデル²⁾により鉛直断面二次元計算を行った。鉛直方向に σ 座標 30 層として、底面近傍に十分なメッシュ数を配置した。なお、以下では (x, y) を平面座標、 z を静水面から上向きに取った鉛直座標、 z' は海底面を原点とする鉛直座標とする。

底面せん断力の計算には次の二つの方法を使用した。一つは、定常流抵抗則を用いて断面平均流速 $\bar{u}$ から底面せん断力 τ_0 を求めるものである（以下、Method 1 と呼ぶ）。

$$f = 2 \frac{\kappa^2}{\{\ln(\frac{h}{z_0}) - 1\}^2} \quad (1)$$

$$\tau_0 = \frac{\rho f}{2} \bar{u} |\bar{u}| \quad (2)$$

ここで、 κ ：カルマン定数、 h ：水深、 z_0 ：粗度長さ（ $=k_s/30$ 、 k_s ：相当粗度）、 ρ ：海水密度である。二つ目の方法は、底面境界層の速度分布を考慮し、底面と次のメッシュ（高さ： $z'=\Delta_1/2$ ）の流速 u_1 が対数則に従うものとして摩擦速度 u_* を見積もり、底面せん断

力を得るものである（以下、Method 2 と呼ぶ）。

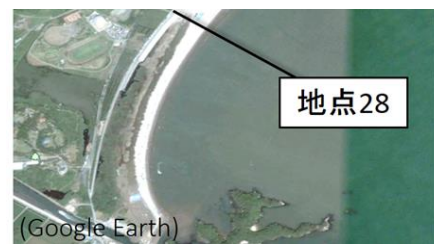
$$u_* = \frac{\kappa u_1}{\ln(\frac{\Delta_1}{2z_0})} \quad (3)$$

$$\tau_0 = \rho u_* |u_*| \quad (4)$$

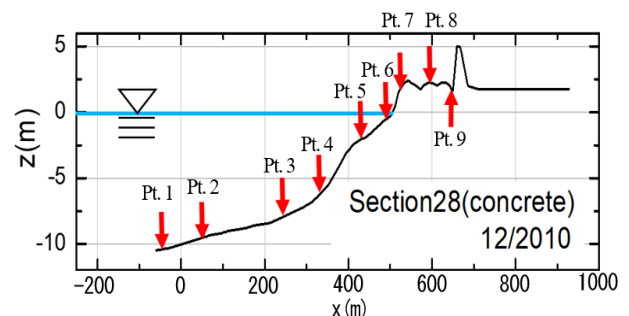
3. 結果および考察

コンクリート堤前面に位置する測線 28 の測線位置および断面図を図-1 に示す。図示した地点のうち、Pt. 6 における断面平均流速波形および流速の鉛直分布を図-2 に示した。2011年3月11日15:48から15:58までを図示し、前半後半でグラフ分けしている。

図-2 について、底面近傍は対数則に従って変化しており、波動境界層の流速分布に類似している。他の地点でも同様の分布が見られ、そのため定常流の抵抗則ではせん断力を過小評価することが分かる。また、Pt. 6 においては引き波時に水深が極端に浅くなるため、境界層は水表面まで発達し、定常流と同様な



(a) 測線位置



(b) 測線断面

図-1 計算結果の出力測線

キーワード：東日本大震災津波，海岸構造物，底面せん断力

連絡先(〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06

Tel 022-795-7453)

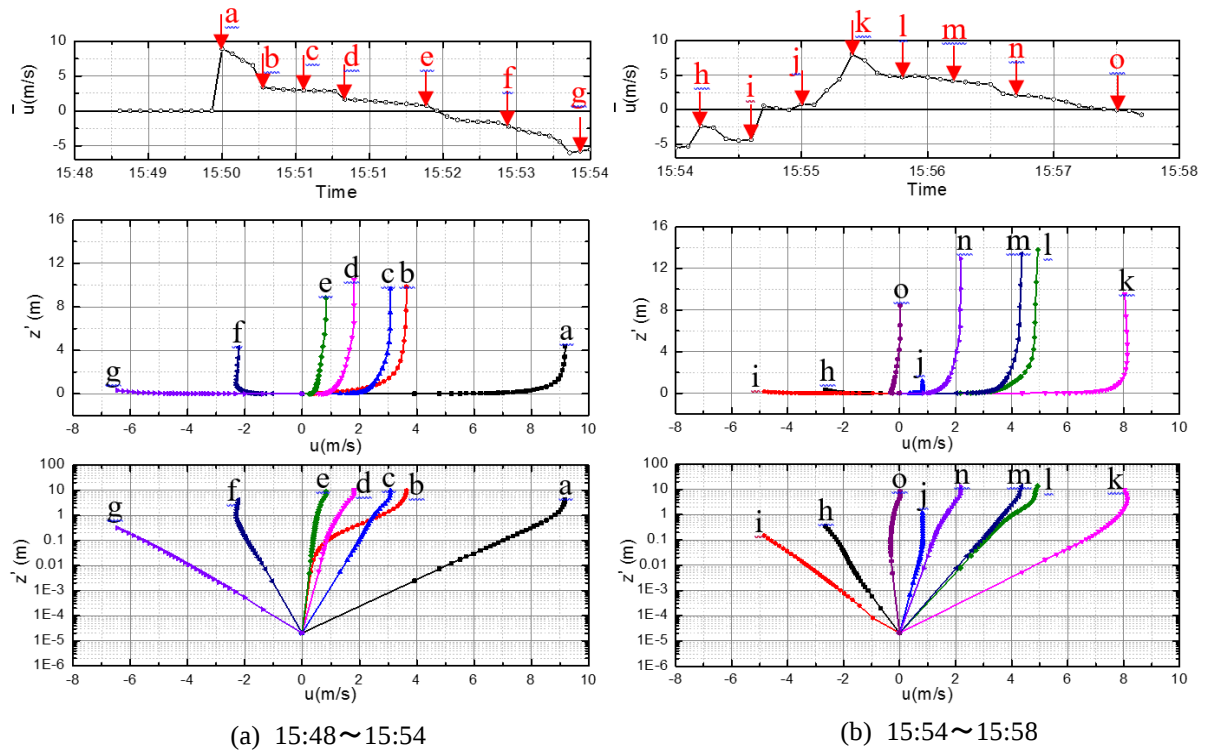


図-2 水位波形と流速分布の経時変化 (Pt. 6)

速度分布が確認される。

図-3 は、二つの方法による底面せん断力の経時変化を示している。図から、境界層内の速度分布を加味した Method 2 は、Method 1 に比べて大きな底面せん断力を示していることが分かる。一方で、引き波時には、前述したとおり水深の減少により底面境界層が水表面まで発達し易いため、二つの方法による値が近い値を示している。定常流の抵抗則は水表面まで境界層が発達した状況を想定した速度分布に対応するものなので、底面境界層が十分に発達していない時には底面せん断力を過小評価することとなる。

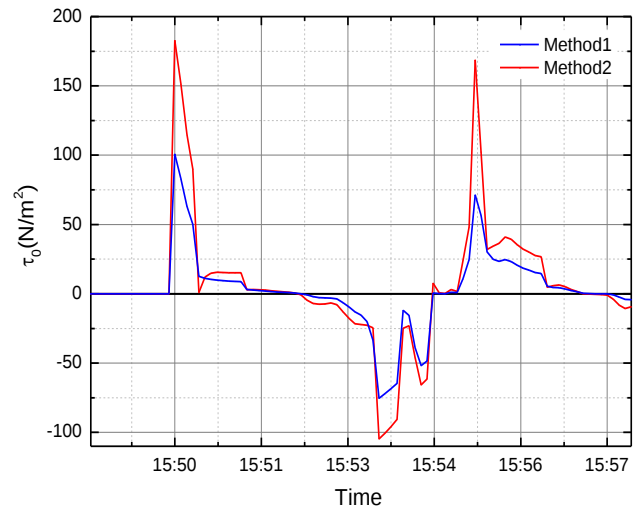


図-3 底面せん断力の変化 (Pt. 6)

4. おわりに

2011 年東日本大震災津波を対象とし、津波のもとでの底面境界層に関する検討を行った。本研究の結果によれば、定常流の抵抗則を使用する従来の計算法では底面摩擦の評価に誤差を伴うことが示された。今後、さらに検討を進める予定である。

謝辞

宮城県港湾課より貴重な深浅測量データを提供頂いた。また、JSPS 科研費（16H04414）の助成を受けた。ここに記して深甚なる謝意を表する。

参考文献

- 1) Adityawan, M.B., Dao, N.X., Tanaka, H., Mano, A. and Udo, K.: Morphological changes along the Ishinomaki Coast induced by the 2011 Great East Japan Tsunami and the relationship with coastal structures, Coastal Engineering Journal, Vol.56, No.3, 21pages, 2014.
- 2) Hamrick, J.M.: A three-dimensional environmental fluid dynamics computer code: theoretical and computational aspects, Special Report, Virginia Institute of Marine Science, 317p, 1992.