

## 海岸砂丘を利用した津波減災効果に関する実験的検討

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻  
東京理科大学理工学部土木工学科

学生会員 ○柳沢 舞美, 山口 晋平  
正会員 二瓶 泰雄, 龍岡 文夫, 川邊 翔平

### 1. 序論

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、青森から千葉に至る太平洋沿岸部にて甚大な津波災害が発生した。三陸海岸では、津波による痕跡高が20mを越える地点が観測され、多くの防潮堤が破壊された。また仙台市以南の平野部でも津波高さが10mを越え、海岸から最大5kmに達する広大なエリアが浸水しており、これが明治・昭和津波とは異なる本震災の特徴である<sup>1)</sup>。著者らが平野部で砂浜海岸を有する宮城県名取市や千葉県旭市にて津波被害調査を行った結果、海岸砂丘の背後では建物の流失・損壊が著しく抑制されていたことが明らかとなった。これまで砂浜海岸の津波防災対策としては、海岸林の減災効果が検討されているものの<sup>2)</sup>、海岸砂丘に着目した研究自体は無い。また、砂丘高さを大きく上回る津波の場合には、砂丘が大きく浸食され、砂丘の耐浸食性を向上させる必要があり、それには最新の盛土補強技術の導入・効果検証を行う必要がある。本研究では、大型造波水路による津波実験を行い、砂丘の減災効果を調べる。ここでは、砂丘模型を汀線付近に置き、①津波を模擬した孤立波を起こし、砂丘の有無や津波条件による越流量の差を調べ(越流実験)、②津波継続時間を長めにするために段波を発生させ、砂丘の様々な補強条件(面状補強材やコンクリート製壁面工の使用)による砂丘の耐浸食性向上効果を調べる(浸食実験)、という二つの実験を行う。後者の浸食実験では壁面工(パネル)として、砂丘の全3面にパネルのみを付ける「従来型」と、海との生態系の連続性を考慮し前面以外の2面に面状補強材と繋げた形でパネルを付ける「環境配慮型」の耐浸食性を比べる。

### 2. 津波実験の概要

(1) **造波水路と砂丘模型**: 本実験では、**図1**に示す長さ36m、幅1mの造波水路を用いる。沖側には位置・水位制御が可能な造波板が設置され、岸側には勾配1/20の斜面が固定され、その他は水平床である。また、汀線( $X=0m$ )に設置する模型砂丘の縮尺は1/100とし、名取市の人工砂丘の高さが約10mであったので、**図2**に示すように、砂丘のサイズの高さを10.5cm、斜面を2割勾配(1:2)としている。

(2) **越流実験**: 津波を模擬した孤立波を用いて、越流実験を行う。1/100縮尺に合わせて、**表1**に示すように、沖波波高 $H_0$ や周期 $T$ を変えた4ケースを用いる。このときの砂丘には木製模型を用いる。この実験では、越流量と砂丘前後での波高を計測する。波高計測には容量式波高計(HA-1106, 東京計測(株)製)を用い、越流量計測には水路陸側に設置した箱(容量約280L)を用いて越流してきた水を回収する。

(3) **浸食実験**: 予備実験より、孤立波では、越流時間が短く砂丘がほとんど浸食されなかったため、同じ水路にて段波による浸食実験を行う。ここでは木製ゲート( $X=-4.0m$ )で水路を仕切り、沖側で給水して水位差 $\Delta h$ をつけ、木製ゲートを回転させて段波を発生させ、砂丘浸食の様子をビデオ撮影した。砂丘条件としては(**表1**)、砂の乾燥(d)と湿潤(w)、面状補強材(ジオテキスタイル)の有無、パネルは従来型と環境配慮型とする。段波高さ $\Delta h$ は0.15, 0.20mとし、砂丘作成時には豊浦砂を用いる。

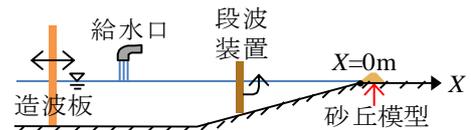


図1 二次元大型造波水路の概略図

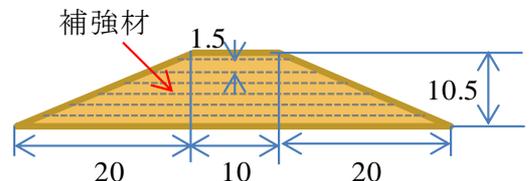


図2 実験で用いた砂丘断面(単位:cm)

表1 実験条件

	実験ケース	波条件		砂丘		
		種類	$H_0$ [cm]	$T$ [s]	補強	パネル
Case1 越流実験	1	孤立波	10.2	1.7	木製模型 有, 無	
	2		24.6	1.6		
	3		10.0	3.0		
	4		8.2	4.7		
Case2 浸食実験	1w, 1d	段波 $\Delta h$ [cm]	15		従来型 環境配慮型	○
	2w, 2d		15, 20			
	3					
	4					

キーワード: 津波, 砂丘, 模型実験, 減災, ジオテキスタイル

連絡先: 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL: 04-7124-1501 (内線 4069) FAX: 04-7123-9766

3. 実験結果と考察

(1) 砂丘の有無による越流特性の比較：陸地部への津波越流量に対する砂丘効果を調べるために、砂丘の有無による越流量の違いを比べたものを図3に示す。ここでは、越流量に対する沖波波高依存性(同図(a), Case1-1, 2)と周期依存性(同図(b), Case1-1, 3, 4)という形でまとめている。まず、砂丘高さと同程度の波高(Case1-1)では、砂丘有の越流量は砂丘無のわずか13%であり、ほとんど越流していない。一方、砂丘高さの2.4倍の沖波波高条件(Case1-2)では、砂丘有のケースでも越流量は大きく増加するが、その値はCase1-1の砂丘無と同程度であり、砂丘の存在により波高14cm分の越流を防いだと言える。それに対して、周期依存性を見ると、砂丘の有無に関わらず、越流量は周期 $T$ とともに直線的に増加しているものの、砂丘有の傾きは砂丘無よりも著しく小さい。これより、砂丘があると、長周期の津波に対しても越流量を大幅に抑制できることが示された。

(2) 砂丘の耐浸食性への面状補強材の効果：面状補強材による砂丘の耐浸食性向上効果を見るために、全て湿潤状態として、無補強(Case2-1w)と面状補強材有・パネルなし(Case2-2w)における越流後の砂丘浸食形状及び砂丘残存率の時間変化を図4に示す。ここでは砂丘断面の撮影画像から砂丘断面積を求め、それを初期断面積で除したものを砂丘残存率とする。これより、無補強の場合には砂丘上面と背面が大きく浸食され、背面の勾配は概ね安息角となる。このときの砂丘残存率は、浸水初期や越流終了時に大きく減少し、砂丘断面の浸食は、ステップ的に背面が安息角程度となるまで急激に浸食される。一方、面状補強材有では、無補強の時よりも浸食量は大幅に抑制されている。これは、層状に面状補強材を設置することにより、背面でのステップ的な浸食が食い止められているためであり、面状補強材を導入するだけでも耐浸食性をある程度向上させることができた。

(3) 従来型と環境配慮型の耐浸食性の比較：砂丘にパネルを付けた従来型と環境配慮型における越流後浸食状況及び砂丘残存率の時間変化を図5に示す。ここでは水位差 $\Delta h=0.15, 0.20\text{m}$ の結果を示す。水位差 $0.15\text{m}$ の場合には、従来型の背面底部のパネルが流出したが、2ケース共にほとんど浸食されない。それに対して水位差 $0.20\text{m}$ の場合では、従来型では背面の一番下側のパネルから移動し、最終的には上面・背面の全パネルが流出したため、砂丘断面は大きく浸食した。そのような状況下でも環境配慮型ではパネルは移動したものの流出せず砂丘断面の浸食も最小限に抑えられており、粘り強い構造物であると言える。両者の差は、面状補強材の有無であり、本研究で提案する環境配慮型防潮堤は津波減災対策として有望であることが示された。

参考文献：1) Nobuhito Mori, Tomoyuki Takahashi, Tomohiro Yasuda, and Hideaki Yanagisawa : *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, Vol.38, L00G14, 2011. 2) 田中規夫・N.B.THUY・谷本勝利：土木学会論文集 B, Vol.66, No.4, 434-443, 2010.

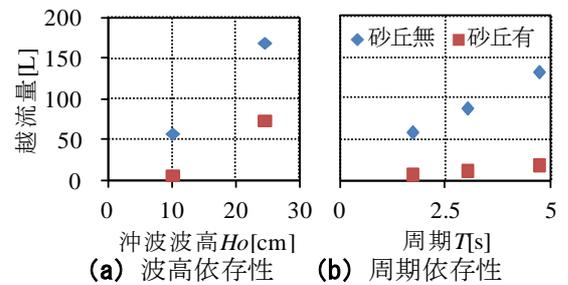
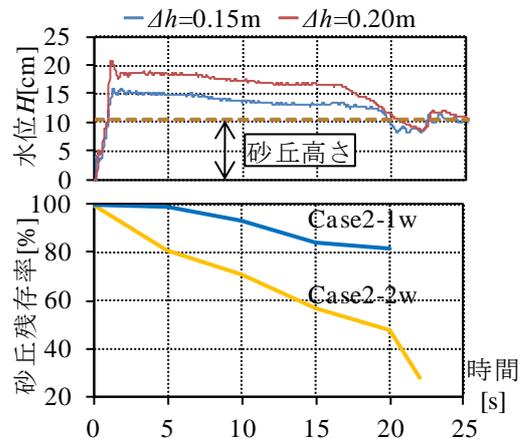
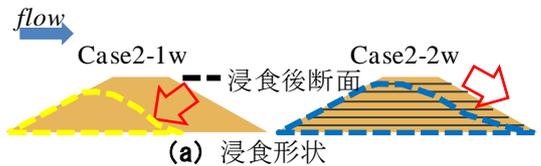
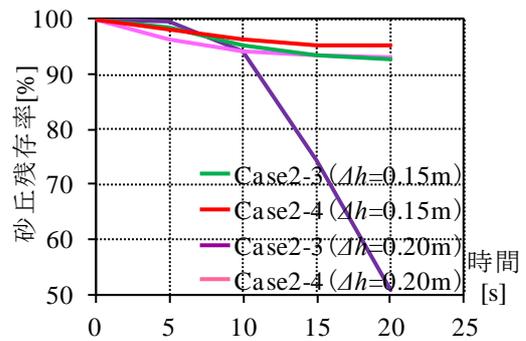
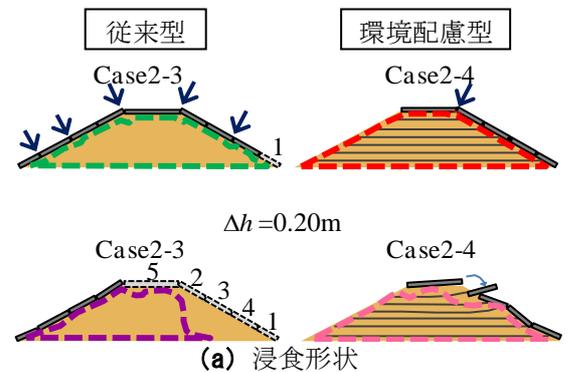


図3 砂丘の有無による越流特性の比較



(b) 砂丘残存率の時間変化

図4 越流後の砂丘浸食過程 ( $\Delta h=0.15\text{m}$ )



(b) 砂丘残存率の時間変化

図5 越流後の砂丘浸食過程 (従来型, 環境配慮型)