



東日本大震災における釜石湾口防波堤の被災メカニズムに関する研究

研究・開発機関 : (独) 港湾空港技術研究所
 利用施設 : スーパーコンピュータ「京」
 計算規模 : 576コア(72ノード)
 利用ソフトウェア : CADMAS-SURF/3D (沿岸センタ、2010)

Before

●東日本大震災の津波による被災事例のように、越流してから、ある程度時間が経過している際の防波堤の安定性についての研究例はこれまでありませんでした。

After

○模型を用いた実験とシミュレーション結果から、釜石湾口防波堤が倒壊した主たる要因は水位差であり、越流の際の背面圧力の低下や、洗掘によるマウンドの不安定性の増大が、より倒壊しやすくとともに、倒壊のばらつきを生んだと考えられることが分かりました。

背景と目的

東日本大震災による津波により、多くの防波堤・防潮堤等が倒壊しました。その様子は、ビデオ撮影がなされていた場所も多く、津波が防波堤等の高さを超えた後、破壊されたと推測されるものも多いと考えられます。

防波堤の津波による破壊メカニズムの解明に関しては、十勝沖地震津波によって破壊された八戸港河原木防波堤の倒壊は港内外の水位差や前面部の動水圧の影響で滑動したのではないかと、日本海中部地震津波による建設中の能代港外港埋立護岸の被災については段波津波の影響があったのではないかと、などの推測が行われています。

しかし、東日本大震災の津波による被災事例のように、越流してから、ある程度時間が経過している際の防波堤の安定性についての研究例はこれまでありませんでした。そこで、津波越流時における防波堤の被災メカニズムを解明することを目的として、釜石を例として、堤幹部に対して数値計算を用いて研究を行いました。



図1. 釜石港の台形・横スリットケーソン堤

利用成果

縮尺1/20の模型を用いた実験と数値計算を用いて釜石をモデルとして、津波越流時における防波堤の安定性について検討しました。

写真1は矩形ケーソン(コンクリートの箱)を使用した実験結果の一例です。初期水位から徐々に水位差が大きくなるに従い、背後の越流の影響が大きくなり、最後の状態はケーソンが抜けた後の状態で、抜けることによって水位差が戻り始めることが分かります。

図2は初期水位から徐々に変化していく矩形ケーソンを使用したシミュレーションによる計算結果の一例(流出・流入0.1m/s)を示すものです。写真1と同様の状況が計算結果から出ているのが分かります。

ケーソン前面の水位を η_f 、背面の水位 η_b 、基礎マウンドから背面水位までの距離を h_b とし、前面と背面の水位差($\eta_f - \eta_b$)と h_b との比(水位差・背面水位比、図3)の減少率ならびに水位差・背面水位比の時系列データから、減少率が最小になる時刻における水位差・背面水位比と減少率(C_b)との関係をプロット(図4)したところ、実験結果、計算結果は全体的には概ね一致していることが分かりました。また背面の静水圧からの減少率が10%程度となりうる可能性があり、かつ、特に越流洗掘(洪水流の侵食)によって見かけ上の摩擦係数が大きな影響を受けることが分かりました。

既往の研究結果も踏まえると、釜石湾口防波堤が倒壊した主たる要因は水位差であり、越流の際の背面圧力の低下や、洗掘によるマウンドの不安定性の増大が、より倒壊しやすくとともに、倒壊のばらつきを生んだと考えられます。

今後ここで得られた知見を、防波堤設計に活用してゆく予定です。

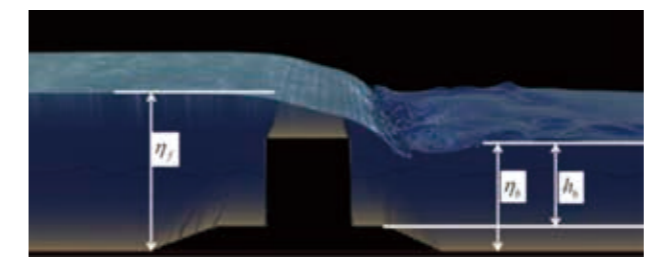


図3. ケーソン周辺の水位の定義

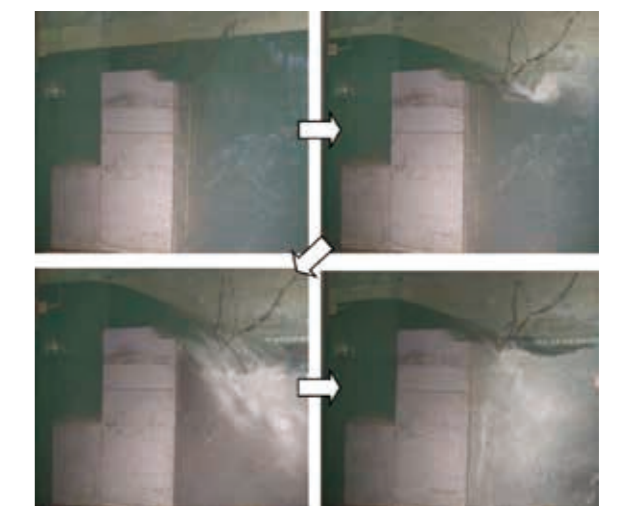


写真1. 模型による実験の様子

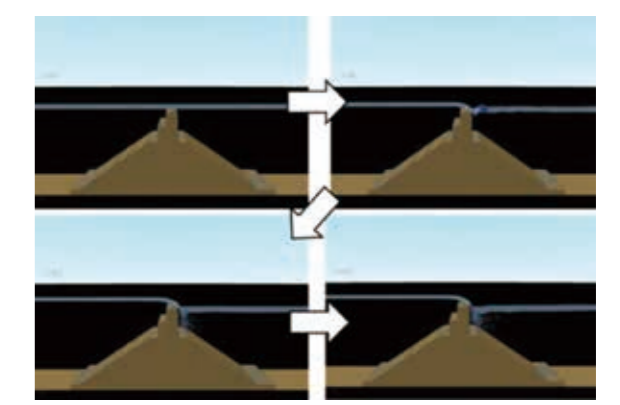


図2. 計算の状況の一例

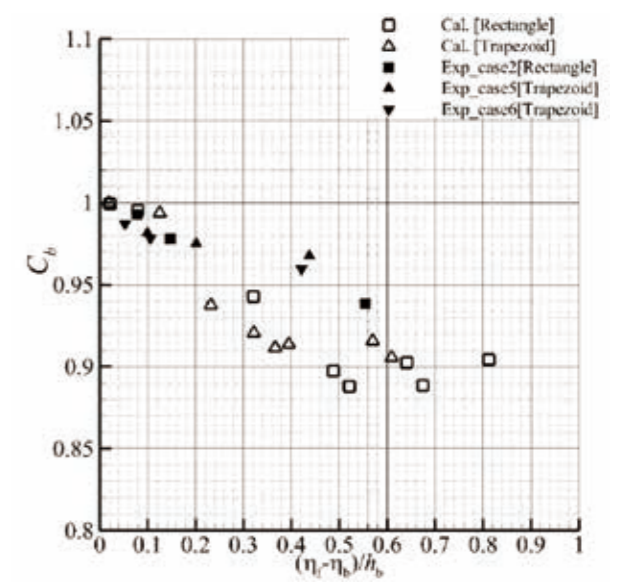


図4. 減少率と水位差・背面水位比との関係

■出典：東日本大震災における釜石湾口防波堤の被災メカニズムに関する研究、海岸工学論文集、第59回(2012)