

## 越流津波による防潮堤の被覆コンクリートブロックの破損メカニズム Failure mechanism of covered concrete blocks using a coastal embankment by overflow of tsunami

○松島健一\* 毛利栄征\* 桐博英\* 丹治肇\* 堀俊和\*

MATSUSHIMA Kenichi\*, MOHRI Yoshiyuki\*, KIRI Hirohide\* TANJI Hajime\* and HORI Toshikazu\*

**1. はじめに** 盛土形式の防潮堤は高潮時の越波などに対して後ろ法面の洗堀を防止するため、コンクリートブロック等により被覆されている。しかしながら、東北地方太平洋沖地震で発生した巨大津波に対しては、津波が防潮堤を越流した際に強烈な揚力や衝突力が後ろ法面に作用し、ブロックの破損やめくれ上がりなど複合的な破壊が引き起こされ、著しい損傷または完全な破堤が生じた。そこで、本研究では、盛土形式の防潮堤に用いられる被覆コンクリートブロックのめくれ上がり現象を再現するため、長さ 64m、幅 2.0m、高さ 3.0m の大型水路を用いた津波の水理模型実験を実施した。

**2. 実験概要** 図-1 に実験に用いた大型水路を示す。模型に用いた防潮堤（模型縮尺比 1:15（無ひずみ模型））は、陸域の地盤面を基準として高さ 0.63m、天端幅 0.38m、前法面 1V: 0.5H、後ろ法面 1V: 1.5H である。図-2 に示すように堤防表面にはコンクリート製のブロック（厚さ 30mm、幅 300mm）を設置した。後ろ法面のブロックは、法長方向に 4 分割したタイプ（長さ 250mm）と 6 分割したタイプ（長さ 167mm）の 2 種類である。これら以外のブロックは模型本体に完全固定した。実験では沖側の水路に 1.55m まで貯水し、沖側の水路のゲートを一気に引き上げることで津波を発生させた。前法面の初期水深は堤防上の越流流量を大きくするため、陸域の地盤面を基準として高さ 0.21m の位置に設定した。実現象に対しては、津波到達により

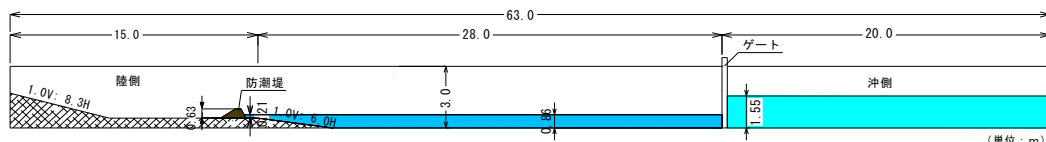


図-1 津波の水理模型実験に用いた大型水路

Experimental large scale canal using hydraulic model test on tsunami

海水面が上昇した状態で第 2 波、第 3 波の津波が来襲した状況に対応する。

**3. 実験結果** 図-3 に津波到達直前から持続波に至るまでの 5.13 秒間（実スケール換算で約 20 秒）の連続写真を示す。津波到達直前（ $t=0.00$  秒）の図-3(a)では、陸域の地盤面を基準として波高 75.5cm の津波が観測された。0.46 秒後の図-3(b)では、碎波しない状態で前法面に津波が衝突し、前法面に沿って越波が発生した。0.83 秒後の図-3(c)では、越波が水平方向に発達し、1.00 秒後の図-3(d)では、越波水が後背面に落下した。また同時に、前法面近傍に津波の衝突によって反射した流れが生じた。1.16 秒後の図-3(e)では、越流開始直後に後ろ法肩部最上段の 6 分割ブロックがめくれ上がった。1.50 秒後の図-3(f)では、反射した流れと後続する入射波が重なり、反射重複現象が生じ、波高が最も大きくなった。さらに、1.96 秒後の図-3(g)では、反射重複波により強烈な押し波が堤防に作用した。これにより、防潮堤上の越流水深が増加し、4 分割ブロックがめくれ上がった。その後、5.13 秒までの間に 6 分割ブロックおよび 4 分割ブロックとも隣接したブロックが次々と押し流され、後ろ法面のすべてのブロックが消失した（図-3(h)）。

**4. 考察** 津波が堤防を越流する際に、後ろ法肩部のブロックに揚力が発生し、ブロック下端部を回転端としてめくれ上がったと考えられる。また、4 分割ブロックよりも 6 分割ブロックの方が越流直後に流出したが、これはブロックの長さが短いほどめくれ上がりに対する抵抗モーメントが小さい、つまり、揚力に対する抵抗力が低かったためだと考えられる。しかし、い



図-2 被覆ブロック式の防潮堤模型

A coastal embankment covered with concrete panels using hydraulic test

[\*農研機構 農村工学研究所] [\*National NARO, Institute for Rural Engineering] [津波, 防潮堤, 破堤]

ずれも一部のブロックが押し流されると隣接するブロックに大きな流水圧が作用して、連鎖的な崩壊に発展する可能性が高いことがわかった。

**5. まとめ** コンクリートブロックのめくれ上がりに対する抵抗力を向上させるためには、①コンクリートの厚みを増して重量を増加させ、②法長方向に長いパネルを採用することが有効であるが、本実験で使用したブロックは、実物換算で厚み 45cm であり、コンクリートの厚みだけで抵抗するには限界がある。また、地震時の安定性の観点でも被覆コンクリートと背面盛土をジオテキスタイル等により面的に結合させるなど、地震や引き剥がれに強い構造を採用する必要があると思われる。また、②については、ブロックの長さに加えて、落下流の衝突力や越流時の揚力に対して十分な強度を確保しておく必要がある。

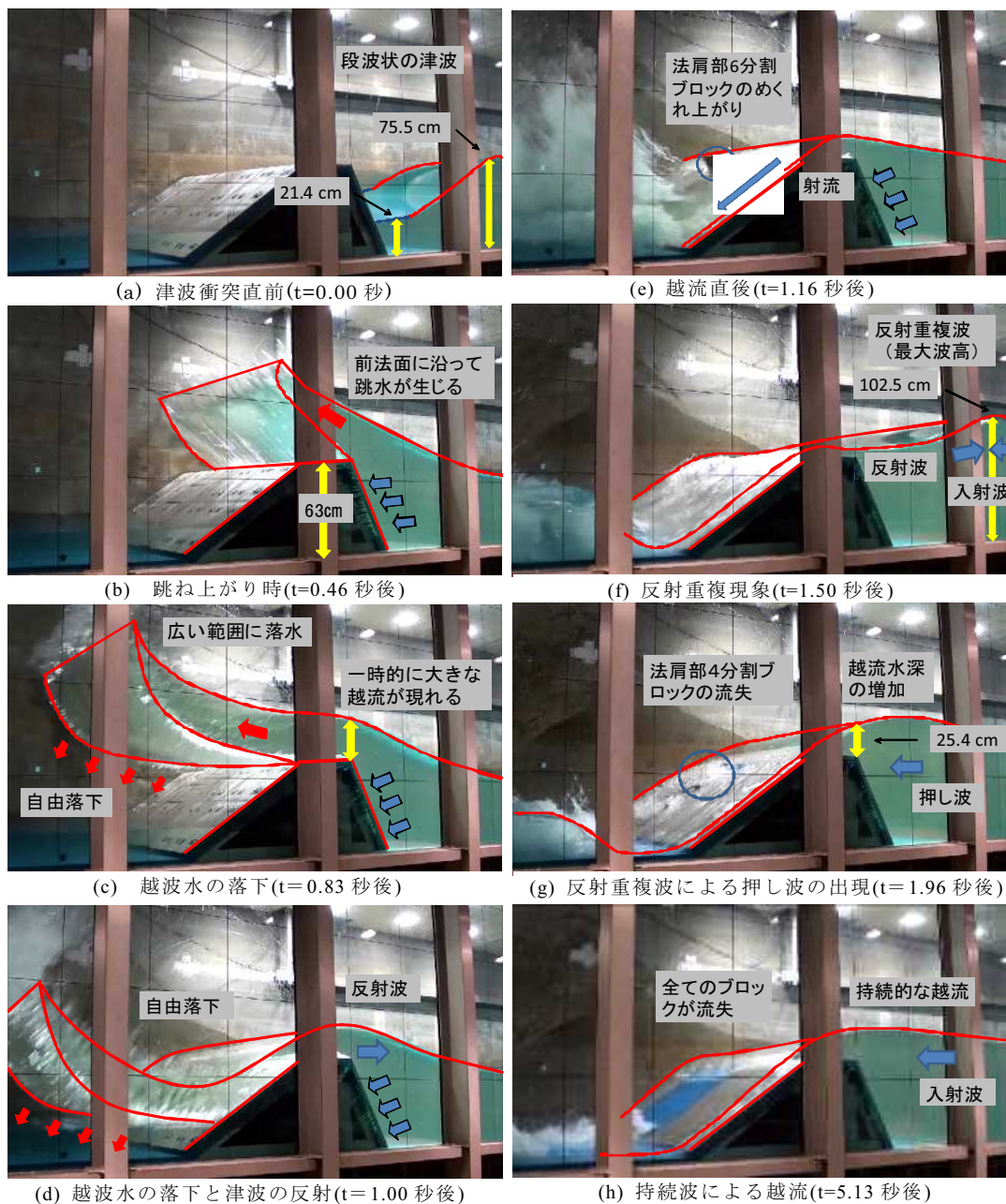


図-3 防潮堤の被覆コンクリートブロックのめくれ上がり現象

Peel-off phenomena of covered concrete blocks using a coastal embankment