

津波被害調査に基づく海岸堤防の減災機能と限界の解明

研究の背景と目的 海岸堤防（＝防潮堤）は、波浪・高潮・津波などに対して陸域への浸水を防止する施設である。計画対象とする高水位に基づいて天端高さを決定し、諸構造を設計するのは河川堤防と同様であるが、不規則な波浪が堤防に打ち上げる際の水位は洪水のそれに比べて変動が大きいいため、最大波を用いて堤防を設計すると巨大な堤防が必要になり、現実的でない。そのため、海岸堤防の高さは、ある程度の越波を許容する高さとし、偶発的に生じる越波に対して破壊されない構造とするため、海側、天端、陸側の三面をコンクリートで被覆するいわゆる三面張りの構造とされるのが標準的である。背後地が狭隘な地域では、コンクリート躯体による直立堤防も採用されている。東北津波では、設計条件をはるかに超える津波によって多くの海岸堤防が破壊されたが、その被害分析などを踏まえて、二段階の津波レベルに基づく津波防災・減災対策が検討されることとなった。防潮堤は、防災まちづくりの諸条件を規定するものとなるが、構造物の耐用年数などを考慮してレベル1津波を用いて設計される。堤防は本来、激しい越流を生じる条件に対する減災機能を持つものではないが、東北津波の被害事例において、一部の堤防では、越流する津波による被害を軽減したことが観察されたため、堤防の復旧に際しては、越流する条件においても粘り強く機能を発揮することが目標とされた。海岸堤防の減災機能は、その後の海岸法改正によって、明確に規定される予定である。以上のように、越流する津波に対する海岸堤防の減災機能については、従前の設計では検討対象とされてこなかったため、研究例がほとんどない。粘り強く機能を発揮する堤防の具体的な構造についても検討が始められたところであり、海岸堤防の減災機能と限界の解明には、今後の調査研究を待たねばならない。本稿では、津波被害調査に基づき、堤防の減災機能と限界について実証的に議論することを目的とする。

研究内容と主要な結論 東北津波が来襲した千葉県から岩手県までにおいて、津波被害と堤防高さとの関係を考察した（図-1）。福島県北部より北の地域では、岩手県最北部の一部の地域を除いて、津波の高さが海岸堤防の高さより数 m 以上高く、堤防が残存している箇所においてもその減災効果を明確には確認できなかった。これに対して、福島県以南の地域では、堤防上の津波の越流水深が 1～5m 程度であり、堤防の破壊状況と陸地の被害に関して、明確なコントラストが観察された。例えば、福島県勿来海岸では、越流水深 1m 程度の地域の堤防は破壊されず、浸水被害も軽微なのに対し、越流水深が 3m 程度の地域では、ほとんどの堤防が破壊され、大規模な浸水被害が見られた。南相馬市の一連の海岸では、堤防の全壊率が高いほど、陸地の浸水水位が高くなる傾向が見られ（図-2）、直立堤防は、全壊まで至らなければ、越流量低減効果があることが確認された。堤防の破壊率は、表法勾配が急なほど高く、緩傾斜堤で全壊に至っているものはほとんどなかった。一方で、緩傾斜堤防背後で堤防の被害低減効果を確認できた例は少なく、減災機能を高めるためには、堤防そのものを粘り強くするだけでは不十分であり、堤防背後における氾濫流の減勢機能も合わせて評価すべきであることが示唆された。さらに、バットレス構造の隔壁を有する構造や、陸側法肩部に盛土が施工してある構造などが、津波の越流に対して破壊されにくい構造であることが観察された。これらにより、越流する津波に対する海岸堤防の減災機能と限界を解明するうえでの現地データを整理するとともに、粘り強く機能を発揮する海岸堤防が備えるべき条件について手がかりを得ることができた。

岩手、宮城、福島北部では、津波高さ>>堤防高さなので、多くの堤防が破壊され、堤防の減災機能は確認困難



福島南部以南では、津波高さ～堤防高さなので、堤防破壊形態と被害に明瞭なコントラストが確認された

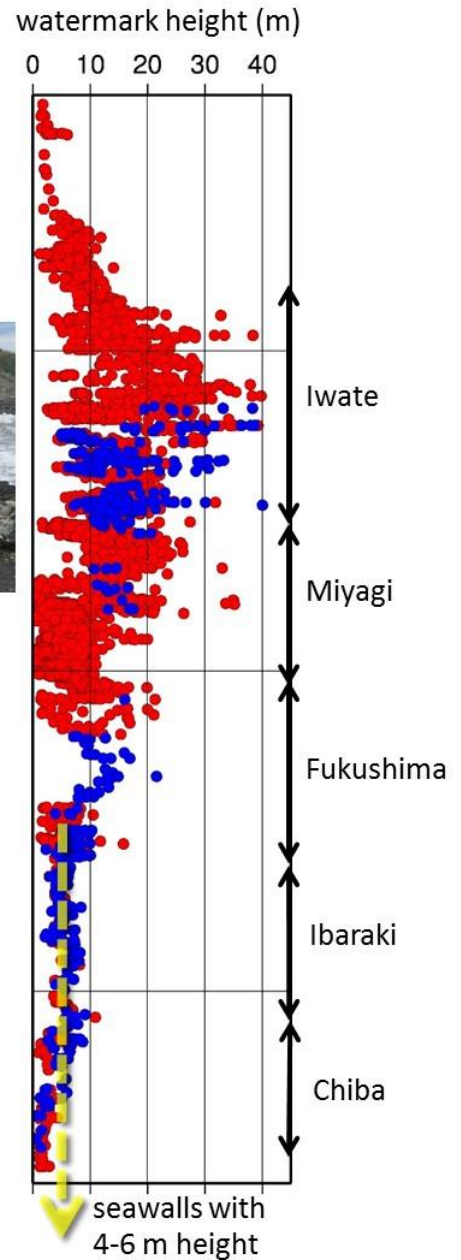


図-1 津波痕跡水位の標高（右）と堤防の破壊状況（左）

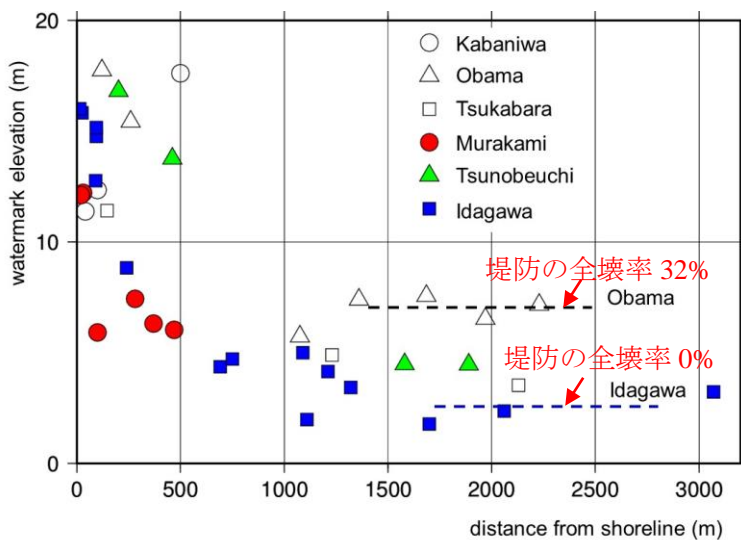


図-2 南相馬市における津波痕跡水位の分布（横軸は海岸からの距離）；堤防の全壊率が 0%の井田川地区では浸水水位が低いのにに対し、全壊率が 32%の小浜地区では浸水水位が高い。