

60 度以上の斜め入射波に対する消波工不連続部の安定特性に関する実験的研究

国土交通省中部地方整備局 名古屋港湾空港技術調査事務所 正会員 柴田鋼三
 国土交通省中部地方整備局 名古屋港湾空港技術調査事務所 浅倉弘敏
 国土交通省中部地方整備局 名古屋港湾空港技術調査事務所 高野真吾
 玉野総合コンサルタント(株) 流域技術部 正会員 ○ 森川高德
 玉野総合コンサルタント(株) 流域技術部 池尾 進

1. はじめに

開口部に向けて大水深域が広がる港湾では、防波堤の建設コスト縮減の観点から消波ブロック被覆堤の工区に続き、直立消波堤の工区を延伸させる事例が多くみられる。この場合、消波工不連続部が現れ、消波ブロックの安定性低下が懸念されるところである。こうした中、筆者らは、平成24年度に60度以上の急角度入射における不連続部周辺の消波ブロックの安定特性を平面水理模型実験（図-1 参照：以降、H24 実験と呼ぶ）により検討した¹⁾。その結果、当初計画の50tテトラ（ $K_D=8.3$ ）に対し、図-2のとおり、8～15号函までは64t及び80t高比重テトラを設置する必要があることがわかった。以上を踏まえ、本実験は、不連続部及びその下手における消波工の種類や積み方、配置を各種変化させ、50tテトラの設置範囲を延伸できる条件を明らかにし、今後の防波堤設計の基礎資料を得ることを目的とした。

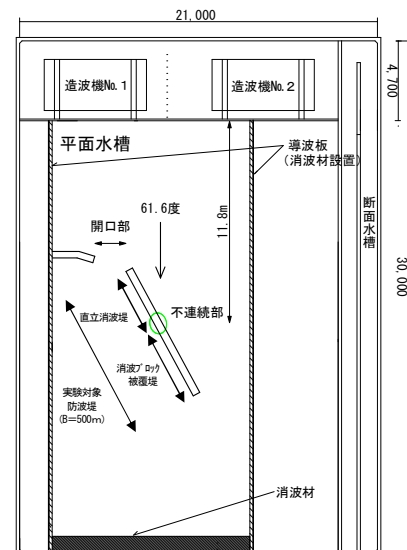


図-1 実験水槽

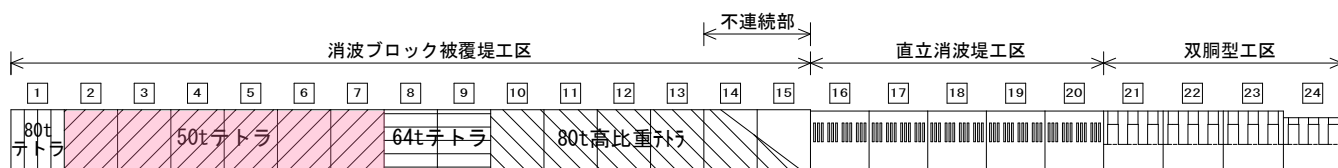


図-2 H24 実験時の消波ブロック安定配置条件（正面図）

2. 実験方法

実験は、国土交通省中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所伊勢湾水理環境実験センターが所有する平面水槽（図-1）において、H24 実験に準じ、表-1

表-1 実験条件

潮位		波の種類	波浪条件			
			波高	周期	入射角	波群数
			H _{1/3}	T _{1/3}		
			(m)	(s)	(度)	
H. H. W. L	+2.2	不規則波	8.0	17.3	61.6	3

の条件で実施した。実験ケースは、不連続部の安定性を強化する「対策1（2 ケース）」、不連続部付近を嵩上げする「対策2（2 ケース）」の計4 ケースである（表-2 参照）。

表-2 実験ケース

ケースNo.	消波ブロックの配置条件
H24実験	2～7号:50tテトラ、8～9号:64tテトラ、10～15号:80t高比重テトラ
対策1	1 2～13号:50tテトラ、14～15号:50tドロス
	2 2～8号:50tテトラ、9～15号:50tドロス
対策2	3 2～13号:50tテトラ、14～18号:80tドロス(14～17号:嵩上げ)
	4 2～11号:50tテトラ、12～17号:50tドロス(14～16号:嵩上げ)

3. 研究結果

(1) 対策1（不連続部の安定性強化）の結果（図-3参照）

対策1のケース1として、不連続部（14～15号函）を80t高比重テトラより安定性の高い50tドロス（ $K_D=20$ ）としたが、その下手の50tテトラを含め許容被災度0.3を大きく上回る結果となった。目視観察より、不連続部付近では、斜め入射に起因して上手（直立消波堤工区）から発達しながら来襲した沿い波（反射波）と入射波の合成波高が回折波の影響を受けて増大し、かつ、越波した波が不連続部より下手の消波工天端部を砕波しながら

キーワード 消波工不連続部、斜め入射波、回折波、被災度、平面水理模型実験

連絡先 〒461-0005 名古屋市東区東桜二丁目17番14号 TEL 052(979)9303, FAX 052(979)9273

進行して消波ブロックを転落させる状況を確認しており、不連続部のみを強化しても下手の50tテトラを安定化できないことがわかった。これを受け、ケース2では50tテトラを9～15号函まで配置した結果、8号函より下手の50tテトラを安定化でき、H24実験に比べ、1函分、上手への延伸が可能となった（図-4参照）。

(2) 対策2（不連続部付近の嵩上げ）の結果（図-5参照）

対策2では、消波工の天端高を5m分嵩上げし、下手への越波の影響軽減を狙った。はじめに、ケース3として14～17号函の4函を嵩上げし（不連続部は17～18号函）、かつ、消波工を80tドロスとした（図-6参照）。その結果、嵩上げ区間は許容値以内であったが、11～13号函の50tテトラは許容被災度を大きく超えた（写真-1参照）。目視観察によれば、上部工を嵩上げすることで、下手への越波は軽減されたものの、隣接する非嵩上げ部（13号函）との境界法面に大きな段差が生じ、上手からの沿い波が13号函へ回折し、法面にほぼ垂直に衝突する現象を確認している。加えて、境界に異形ブロック同士が隣接することで噛合せも低下すると考えられ、結果、13号函の50tテトラが大きく被災し、その影響が11～12号函へ波及したと推測される。

これを踏まえ、ケース4では、嵩上げを3函（14～16号函）に減らし、さらに嵩上げ区間の消波ブロックを50tドロスとして12号函まで延伸した。その結果、11号函より下手の50tテトラを安定化でき、H24実験に比べ、4函分、上手への延伸が可能となった（図-7参照）。

4. 主要な結論

本研究で対象とした「60度以上の急角度で不連続部に波が来襲する条件」での消波工の安定特性に関する主要な結論は以下のとおりである。

- (1) 上手からの沿い波と入射波の合成で不連続部付近では波高増大が生じ、かつ、越波した波が下手の消波工天端部を砕波しながら進行するため、計算所要質量を大きく超える消波ブロックが必要となる。
- (2) 不連続部及びその下手数函を安定性の高い消波ブロックに置き換えることで、さらに下手側を含む堤体全体を安定化できる。これは、斜め入射波の場合、被害が上手から連鎖的に発生するためと考えられる。
- (3) 不連続部付近を安定性の高いブロックにて数函嵩上げすることで、(2)よりも、下手側の消波ブロックの安定化範囲を拡大できる。ただし、非嵩上げ部との境界が弱点となるため、同一ブロックを数函下手に延伸する必要がある。

参考文献：1) 内田吉文ほか：60度以上の斜め入射波に対する消波工不連続部の安定特性に関する実験的研究，土木学会論文集 B2(海岸工学)，2013, Vol.69, pp.936-940

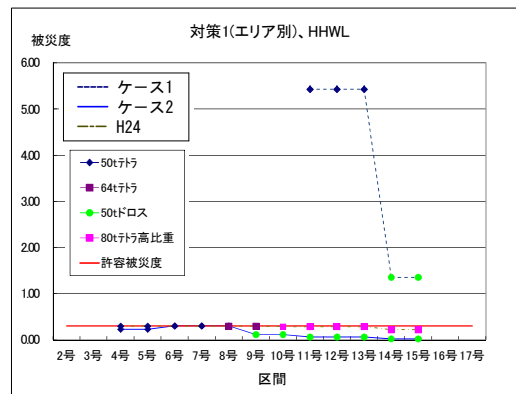


図-3 対策1の実験結果

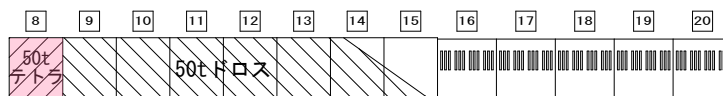


図-4 対策1の安定配置条件（正面図）

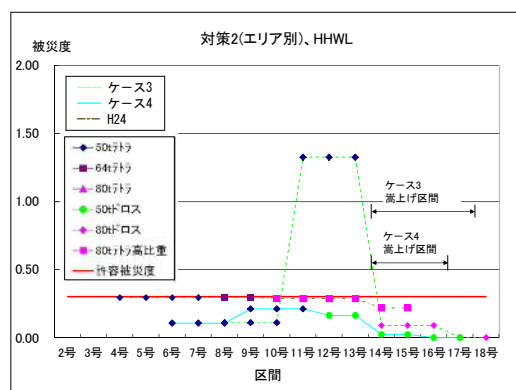


図-5 対策2の実験結果

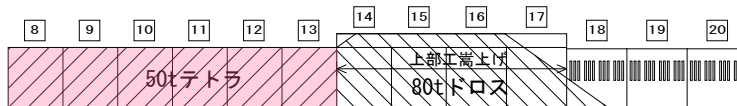


図-6 対策2（嵩上げ4函）の安定配置条件（正面図）

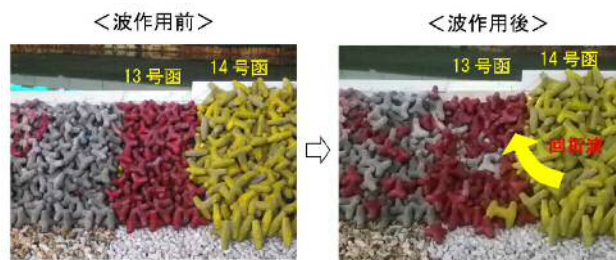


写真-1 嵩上げ部と非嵩上げ部の境界での被害状況

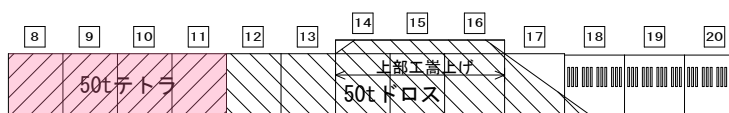


図-7 対策2（嵩上げ3函）の安定配置条件（正面図）