

環境共生に配慮した新型被覆ブロックの現地調査

株式会社不動テトラ ○廣瀬 紀一
株式会社不動テトラ 柴田 早苗
株式会社不動テトラ 若林 信孝
株式会社不動テトラ 佐々木 祐
株式会社不動テトラ 小澤 慎一
株式会社不動テトラ 山名 徹

1. 目的

近年の環境意識の高まりにより、港湾、漁港、海岸等の施設整備にあたっては、環境や生物との共生に配慮することが不可欠となってきている。そこで、被覆ブロックが本来の機能として有する耐波安定性に加え、より多くの海藻類が着生し、魚類などの動物類が生息できる環境を提供することを目標とした環境共生型の被覆ブロックの開発を行った。この環境共生機能を確認するためには、現地調査が必要である。新型被覆ブロックの全国各地での施工が開始され、新型被覆ブロックの環境共生機能を確認することを目的に、現地調査を行った。その結果、環境共生機能が発揮され始めていることが確認されたので、以下に報告する。

2. 新型被覆ブロックの特長

港湾、漁港、海岸等の施設の整備においては、構造物の安定性はもちろんのこと、昨今の経済情勢の変化に伴い、工費縮減などの経済性が求められるようになってきている。また、建設箇所の環境や生物に配慮すること、すなわち、環境との親和性も望まれる。

開発した新型被覆ブロック(図-1)は、大きな開口部と4辺の切り欠きによる揚圧力の低減によって、従来型ブロックと比較し、安定性が非常に高い。そのため、ブロックを小型化することができ、施工費が低廉化するので経済性も高い^{1),2)}。

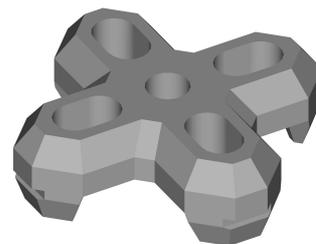


図-1 新型被覆ブロック

被覆ブロックが設置される水深帯は海藻類の生育する水深帯と一致していることが多く、海藻類が繁茂し、藻場が形成された事例が知られている。しかしながら、従来の被覆ブロックは海藻類の着生を念頭においたものではなく、必ずしも天然岩礁の藻場の代替機能を果たすものではなかった。そこで、新型被覆ブロックにおいては、環境共生機能として、海藻類の着生を促進することを目標とし、形状を検討した。コンブ類やアラメ、カジメなどのコンブ科海藻は稜線に着生しやすい³⁾こと、ホンダワラ類は稜線部よりも平面部に着生する⁴⁾ことが報告されている。新型被覆ブロックはコンブ科海藻類の着生を促進するために、可能な限り稜線が多くなる形状とし、平面部にはホンダワラ類が着生することを目指した。海藻類の着生と合わせ、大きな開口部は、魚介類の生息場となることから、海洋生物の多様な生息環境を創出することも目標とした。

3. 新型被覆ブロックの現地調査

海藻類の着生などの環境共生機能の確認には、現地調査が必要である。新型被覆ブロックは、平成21年に初めて福井県越前漁港で施工されて以来、平成25年度末までに全国72箇所で施工がなされている。その後、数カ所で現地調査を実施してきており、本報告では、福井県越前漁港、神奈川県小田原漁港、島根県和木波子海岸での現地調査結果を示す。

キーワード 被覆ブロック、環境共生、藻場、生物生息環境

連絡先 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町7-2 株式会社不動テトラ ブロック環境事業本部 TEL03-5644-8590

(1) 福井県越前漁港

a) 調査内容

福井県越前漁港（図-2）の防波堤のマウンド被覆として、新型被覆ブロック 4t 型が平成 21 年 10 月～11 月に設置された。

調査は平成 22 年 4 月から平成 24 年 11 月までに 4 回実施した。港内側に調査測線を設定し、図-3 に示すブロックを対象に、着生した海藻類の被度観察や個体数の測定、蟻集している動物類の目視観察を行った。



図-2 越前漁港位置図

b) 調査結果

第 1 回調査(平成 22 年 4 月)、第 2 回調査(平成 22 年 9 月)では、クロメの幼体の着生が観察された。ここでは、クロメが 2 年齢以上の個体となった第 3 回調査(平成 23 年 10 月)、第 4 回調査(平成 24 年 11 月)の結果について示す。

第 3 回調査、第 4 回調査時のクロメの個体数を図-4、表-1 にクロメとホンダワラ類の被度観察結果を示す。第 3 回調査では約 30～250 個体、第 4 回調査では約 20～100 個体のクロメの着生が観察された。被度では、第 3 回調査はクロメ、第 4 回調査がホンダワラ類の被度が高くなっている。ブロックの設置時期がクロメの成熟期に一致していたため、クロメが先に入植し、繁茂したが、世代交代の時期を迎え、ホンダワラ類が入植、生長し、クロメとホンダワラ類が混生する藻場へと遷移してきているものと考えられる。

図-5 にクロメの着生部位を稜線部、稜線以外に分けて観察した部位別着生個体数の割合を示す。バラツキはあるものの、稜線部に着生したクロメの割合が高い傾向にあり、新型被覆ブロックの形状の効果が見られている。なお、稜線部への着生個体数の割合が低いブロックは、クロメの幼体がブロック全体的に着生しているためである。クロメと近縁のカジメの幼体は、基質表面全体に均一に着生し、生長に従って淘汰されるが、稜線部に付着したカジメは流失しにくく、生長も良いことが報告されている⁴⁾。クロメも同様と考えられ、今後は稜線部に着生したクロメの割合が相対的に高くなっていくものと考えられる。

新型被覆ブロックの開口部にはアワビや巻貝類の生息が観察され、開発時に期待した効果がみられている。図-6 に第 3 回調査、図-7 に第 4 回調査時の海藻類の着生状況、図-8 にブロック開口部内のアワビを示す。

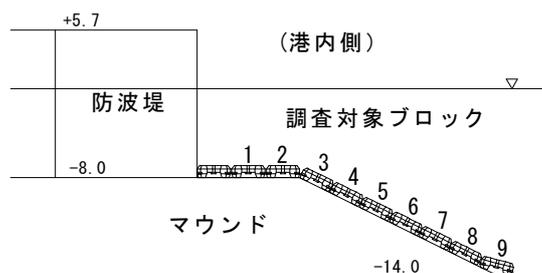


図-3 調査対象ブロック

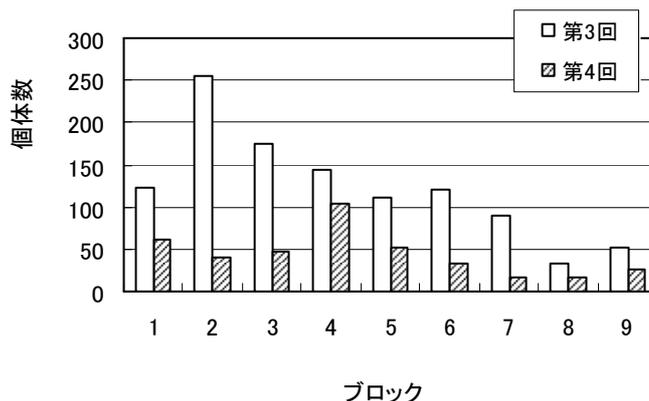


図-4 クロメの着生個体数

表-1 クロメとホンダワラ類の被度観察結果

ブロック No.	第3回		第4回	
	クロメ	ホンダワラ類	クロメ	ホンダワラ類
1	20	10	10	60
2	50	10	30	30
3	70	10	20	40
4	40	10	20	50
5	10	10	10	60
6	5	20	10	50
7	5	20	10	10
8	5	5	10	5
9	10	5	20	40

単位: %

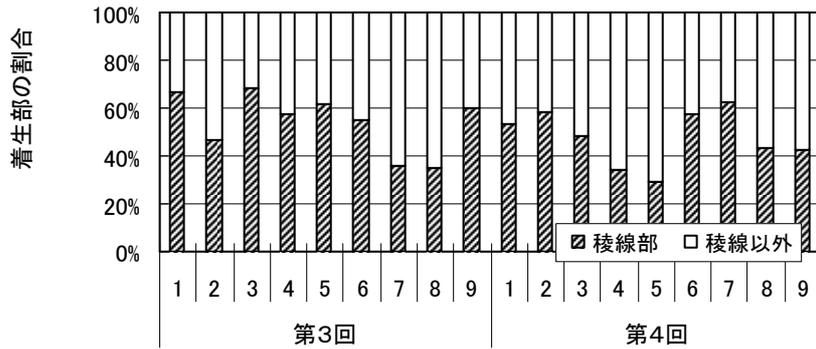


図-5 クロメの部位別着生個体数の割合



図-6 第3回調査 クロメが優占



図-7 第4回調査 クロメとホンダワラ類が混生

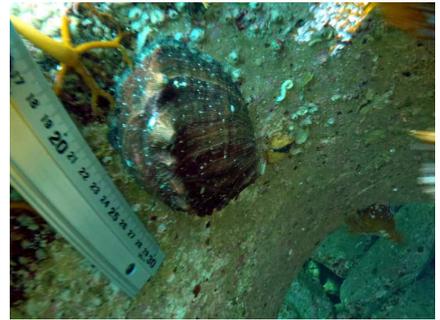


図-8 ブロック開口部内のアワビ

(2) 神奈川県小田原漁港

a) 調査内容

神奈川県小田原漁港(図-9)の防波堤のマウンド被覆として、新型被覆ブロック16t型が平成24年5月に施工された。調査は平成25年6月(第1回)と平成26年6月(第2回)の2回行った。

調査は図-10に示す測線を設定し、○印のブロックを対象に着生している大型海藻の個体数の測定、上位3個体の全長の測定を行った。個体数の測定は、被覆ブロックの稜線部、稜線部以外の着生部位別に行った。なお、ブロックNo.1, No.2は沖側マウンド法面、No.3~No.5はマウンド天端、No.6は岸側マウンド法面のブロックである。

b) 調査結果

大型海藻のカジメが優占している状況が観察された。図-11に第1回調査、第2回調査の着生個体数の推移を示す。第1回調査では、ブロック1個当たり約100~200個体以上のカジメの着生が見られた。第2回調査では、自然淘汰により減少してはいるが、約70~130個体のカジメが観察された。

第2回調査のカジメの着生個体数を新型被覆ブロック上面の投影面積(8.65m²)当たりに換算すると、約8~15個体/m²となる。カジメの着生密度として、神奈川県三浦半島の水深10mで18個体/m²⁵⁾、同じ三浦半島の水深6~7mで10個体/m²⁶⁾の報告がある。



図-9 小田原漁港位置図

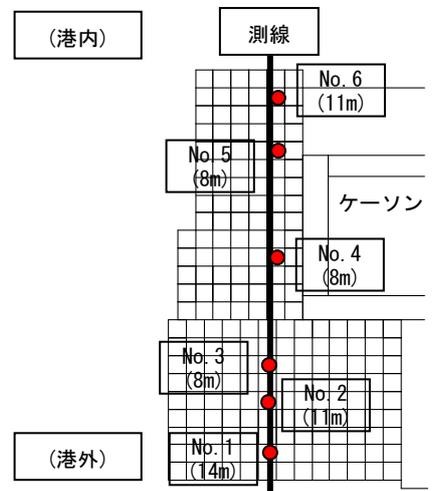


図-10 調査測線と調査対象ブロック (カッコ内は水深)

これらの結果と比較して、今回の着生個体数は良好な状況にあるといえる。

図-12 にカジメの上位 3 個体の平均全長の推移を示す。第 1 回調査時の平均全長は 30cm 前後であり、第 2 回調査では 50~80cm 程度となっており、順調に生長していることがわかる。

ブロックの設置水深は No.1 が 14m, No.2 が 11m, ブロック No.3~No.5 は 8m, No.6 は 10m である。着生個体数、平均全長とも、ほぼ法面部のブロックの方が天端よりも上位にある。カジメは比較的深所まで見られる海藻であるが、この海域では水深 10m 以深にカジメの分布のピークがあるものと考えられる。

図-13 にカジメの着生部位を稜線部、稜線部以外で観察した場合の着生個体数の割合を示す。第 1 回調査では 80% 程度、第 2 回調査では約 50~80% のカジメが稜線部に着生している。カジメが稜線に多く着生しており、福井県越前漁港の調査結果と同様に、新型被覆ブロックの形状の効果が表れている。図-14 にブロック全体の状況、図-15 にブロック稜線部の状況を示す。

なお、魚介類ではチャガラ(図-16)やスズメダイの群れ、サザエなどの生息が観察され、新型被覆ブロックの魚礁効果が見られた。

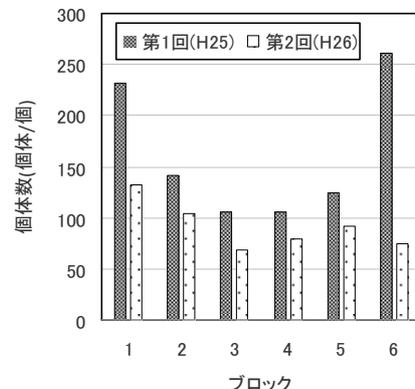


図-11 カジメの着生個体数

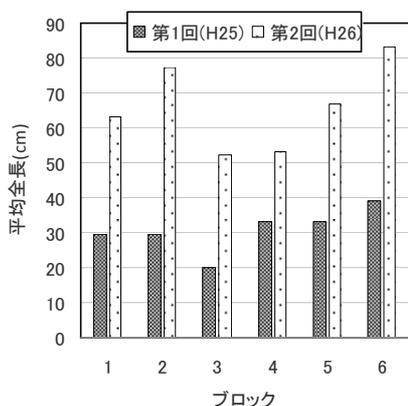


図-12 カジメ上位 3 個体の平均全長

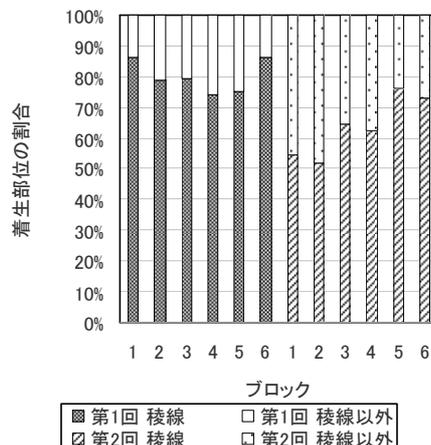


図-13 カジメの着生部位別割合



図-14 カジメが着生

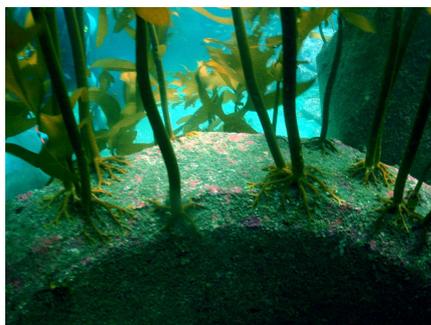


図-15 稜線部に着生したカジメ



図-16 チャガラの群れ

(3) 島根県和木波子海岸

a) 調査内容

島根県和木波子海岸(図-17)の人工リーフに新型被覆ブロック 4t 型と 8t 型が用いられ、4t 型が平成 25 年度、8t 型は平成 23 年度より施工が開始された。

調査は平成 26 年 3 月に実施した。図-18、図-19 に 4t 型被覆ブロックを使用した人工リーフの調査測線，調査対象ブロックを示す。

8t 型ブロックの人工リーフでは，測線を人工リーフ両端部と中央の 3 本，調査対象ブロックは，4t 型ブロックの人工リーフと同様に，1 測線あたり 5 個とした。各ブロックの天端面に着生した海藻類と動物類の被度観察を行った。被覆ブロックの天端水深は，4t 型と同じ-1.5m である。

b) 調査結果

①4t 型被覆ブロックの人工リーフ

被度観察結果を表-2 に示す。測線 1，2 では，大型海藻のワカメの着生が見られているものの（図-20），被度は 30%，10%と大きな値ではない。その他には，小型海藻のウミウチワ，フクロノリやフダラクなどが観察されている（図-21）。また，動物類では，測線 1，測線 4 でフジツボの被度が高い。

4t 型被覆ブロックの人工リーフは，まだ，小型海藻が多く，藻場の形成の初期段階である。また，この人工リーフは，平成 25 年夏季に中央部分（測線 2，3）から両端部に向かって施工されている。先に施工された中央付近



図-17 和木波子海岸位置図

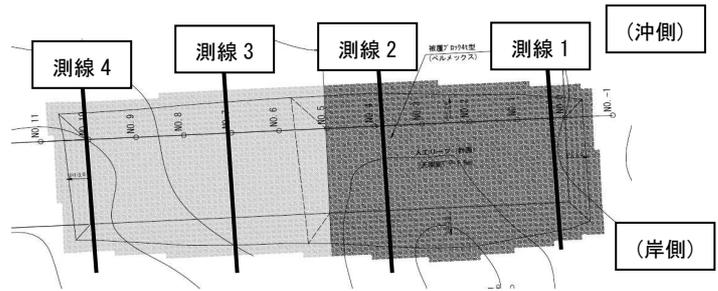


図-18 4t 型被覆ブロックの人工リーフの調査測線

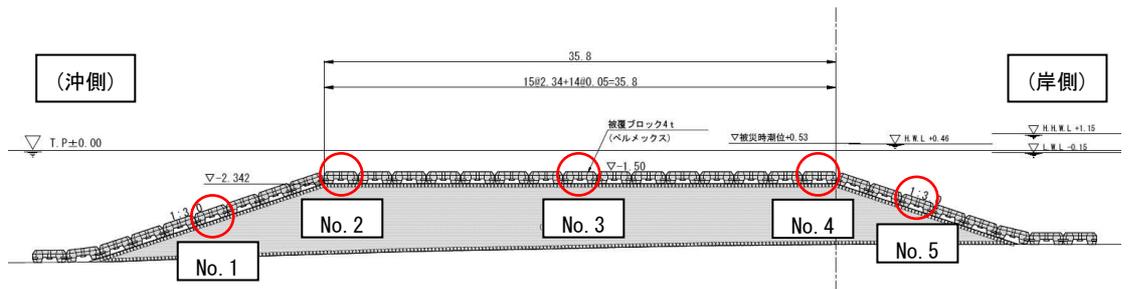


図-19 調査対象ブロック

表-2 4t 型被覆ブロックを用いた人工リーフの被度観察結果

ブロック	測線1					測線2				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ウミウチワ					5					
フクロノリ		5	5	5			50	10	10	5
ワカメ	30	5				10				
ムカデノリ			5	5				20	10	5
フダラク							20	30	40	5
その他の海藻		5	5			10				5
フジツボ	20	50	20	30			30	20		
ブロック	測線3					測線4				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ウミウチワ		10	5	20	20					
フクロノリ	10	20				20	5		10	5
ワカメ										5
ムカデノリ	5							10	10	
フダラク	20	20	30	20	5	30			10	
その他の海藻	5	25	50	70	30		5	5		
フジツボ						20	80	50	50	50

単位：%

では海藻類が優占し、後から施工された端部付近ではフジツボが優占している。これは、ブロックの施工時期と海藻類の成熟期、フジツボの産卵期の時期的な関係が人工リーフ上の生物相の違いとなって表れているものと考えられる。

なお、フジツボ以外の動物類では、ナマコ(図-22)や巻貝などが観察された。



図-20 測線1 ワカメが着生



図-21 測線2 フダラクが着生



図-22 ナマコ

②8t型被覆ブロックの人工リーフ

被度観察結果を表-3に示す。測線1付近はブロックの天端面に砂がかぶっていたり、ブロック全体が砂に埋没したりしている状況であった。そのため、海藻類や動物類の着生状況は不明である。測線2は、ウミウチワの被度が比較的高く、大型海藻のホンダワラ類、ワカメの着生も見られている(図-23及び図-24)。一方、測線3はまだ、海藻類の着生が少ない状況であった。

8t型被覆ブロックの人工リーフは、測線1から測線3の方向に向かって、施工が進められた。施工は平成23年～25年にかけて行われており、施工から2年目の測線2付近ではホンダワラ類やワカメなどの大型海藻の入植が見られたが、施工1年目の測線3付近では、これらの海藻類は観察されていない。ホンダワラ類は一般に成熟期が春期の種が多く、ワカメの成熟期も春期である。よって、測線3付近のブロックには、平成26年春期にこれらの卵や遊走子が着生し、今年の秋以降には肉眼視できるものと考えられる。なお、ホンダ

表-3 8t型被覆ブロックを用いた人工リーフの被度観察結果

ブロック	測線2					測線3				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ウミウチワ		20	50	70	△			10	20	5
ワカメ	10	30	20	5	△		5		5	
ホンダワラ類	30				△					
有節サンゴモ			20	40	△	+	5			
その他の海藻類	5				△	2.5		10	10	10

単位: %



図-23 測線2 ホンダワラ類が着生



図-24 測線2 ワカメ、ウミウチワが着生



図-25 ブロック間のムラサキウニ

ワラ類は新型被覆ブロックの平坦な面に着生しており、新型被覆ブロックがホンダワラ類の着生にも有効であることが示された。

動物類では、ドチザメ、ムラサキウニ(図-25)などが観察された。

4. おわりに

藻場の形成などの環境共生機能に配慮した新型被覆ブロックの効果を把握するための現地調査を実施した。福井県越前漁港ではクロメ、神奈川県小田原漁港ではカジメ、島根県和木波子海岸ではホンダワラ類などの大型海藻の着生が観察された。さらに、小田原漁港のカジメの着生状況は、天然岩礁と比較して良好であることがわかった。また、魚類の蛸集やサザエなどの生息も観察され、新型被覆ブロックの環境共生機能が発揮され始めていることが明らかとなった。今後は、他の地域や構造形式での調査を継続し、効果の確認を行っていく予定である。また、新型被覆ブロックの利用によって、港湾等での施設整備における構造物と環境との共生に貢献できるものとする。

参考文献

- 1) 浜口正志・久保田真一・松本朗・半沢稔・山本方人(2007)：大きな開口部を有する新しい被覆ブロックの開発と人工リーフへの適用，海岸工学論文集，第54巻，pp.961-965
- 2) Masashi Hamaguchi・Shin-ichi Kubota・Akira Matsumoto・Minoru Hanzawa・Masato Yamamoto・Hiroo Moritaka・Ken-ichiro Shimosako(2007)：Hydraulic Stability of New Flat Type Armor Block with Very Large Openings for use in Composite Breakwater Rubble Mound Protection，Coastal Structures 2007，pp.128-139
- 3) 川嶋昭二(1992)：コンブの着生基質と着生様式についての提言，海藻魚礁ニュース，No.14，pp.35-41
- 4) 山本秀一・児玉理彦・野口雄二・綿貫啓(1987)：相模湾西部海域におけるカジメ場造成試験，水産土木，Vol.23，No.1，pp.13-18
- 5) 寺脇利信(1991)：海中林緑化技術の開発 第4報 砂地海底に設置したコンクリートブロック上でのアラメ・カジメ類の生育，電中研報告，U91024，p.31
- 6) 高間浩(1979)：三浦市沿岸におけるアラメ・カジメの現存量と群落構造について，神水試相模湾資源環境調査報告書(資源生物部門)，pp.137-151