

漁業環境保全と両立した適切な事業計画立案のため基礎的試験

～海苔養殖業に影響を及ぼす水素イオン濃度変化の低減～

三輪 峻平

中部地方整備局 名古屋港湾事務所 常滑出張所

(〒479-0881常滑市セントアレ4丁目11-3セントアロジスティクスセンター)

名古屋港新土砂処分場整備事業の実施に伴い多量のコンクリートブロックを海中に沈設するため、周辺海域の水素イオン濃度（pH）上昇が懸念されている。海中沈設後にアルカリ成分の溶出が少なく、海水のpH上昇に影響が小さいコンクリートの養生期間及び方法を調査した結果、打設後約1.5ヶ月間の養生が必要なことがわかった。

キーワード コンクリートブロック、アルカリ溶出、pH、海苔養殖

1. 名古屋港新土砂処分場整備事業の概要

(1) 事業概要

名古屋港は、庄内川から年間30万m³の土砂が流入しており、埋没しやすい特徴があることから常に航路・泊地の水深を維持する必要がある。また、コンテナ船や自動車運搬船の大型化が進んでおり、それらの船舶に対応するために航路・岸壁の水深を深くすることが利用者から求められている。

このような事情から、名古屋港では航路・泊地の適切な水深を確保する浚渫工事を進めてきており、浚渫により発生した土砂はポートアイランドに処分・仮置している。（図-1）



図-1 名古屋港内の浚渫エリアとポートアイランド

このポートアイランドでは1975年から約50年間で約5,000万m³の浚渫土砂を受け入れている。そのうち、約2,000万m³は仮置きという形で計画埋立高さより10m以上積上げており、今後、土砂を受け入れる残余容量も限界に近付いている。（図-2）そのため、中部国際空港沖に新たな土砂処分場の整備を進めている。（図-3、図-4）

図-2 ポートアイランド断面図（イメージ）

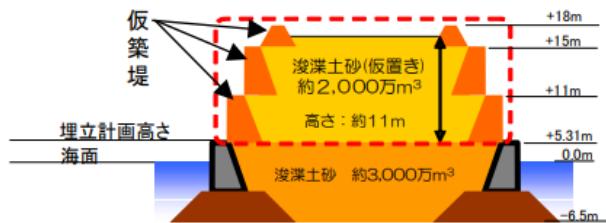


図-3 名古屋港新土砂処分場整備事業計画平面図

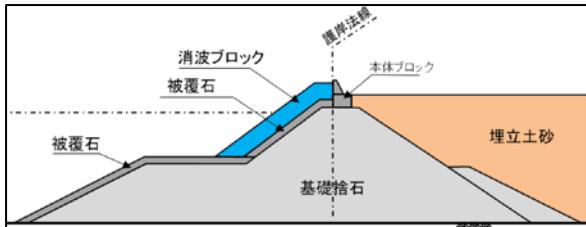


図-4 護岸断面図（イメージ）

(2) 中部国際空港周辺の特性

伊勢湾は各種の漁業や養殖業が盛んにおこなわれている海域であり、特に中部国際空港周辺は愛知県内でも優良な海苔養殖場となっている。（図-5）そのため、海苔養殖業者は周辺海域のpH上昇が起こり、海苔の成長に悪影響が出ることを懸念している。

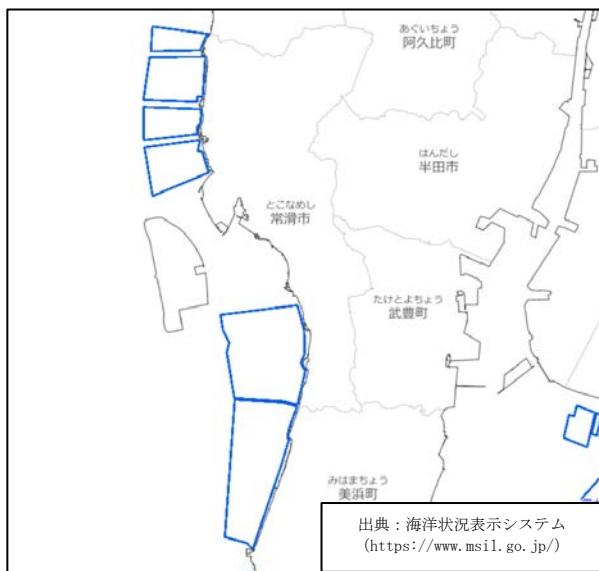


図-5 中部国際空港周辺の海苔養殖場

本論文では、新土砂処分場整備工事の実施にあたり、大量の消波ブロックや本体ブロックの設置工事が海苔養殖場近くで行われることから、コンクリートブロックからの溶出物質が養殖海苔に影響を及ぼさないようにブロックの養生方法及び養生期間について検討したものである。

2. ヨンクリートブロック沈設時の留意点

既往文献によると、コンクリート構造物の海中浸漬に伴うpHの値は、コンクリート単位面積当たりの海水容量が増えるほど減少すること、養生初期に最大となり徐々に減少していくことが示されている。そのため、ブロック投入に伴う周辺海域へのアルカリ度の影響は溶媒となる海水の容量が極めて大きいことから、その緩衝作用によりpHの上昇はごく投入海域の近傍に限られると考えられる。しかしながら、水域のpHのバックグラウンド値が高い場合や、表-1に示す海苔生産のスケジュールにおける海苔の環境

変化への抵抗力が弱い時期（種網作成期・秋芽網生産期）においては、海苔の成長が影響を受けやすいため配慮が必要である。このため、コンクリートブロックの海中沈設は9月末までに行う事業計画とする必要がある。

表-1 海苔生産のスケジュール

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
作業内容												
糸状体												
貝がら培					(陸)	上	作	業				
種 網	採苗								—			
作 成	育苗								(一部野外採苗)			
秋芽網生産										—		
冷凍網生産										(海上作業)		

(1) アルカリ濃度による海苔の成長への影響

コンクリートブロック製作工法検討調査(日本水産資源保護協会)の報告書によると、海水のpHが高まれば光合成に利用可能な炭酸塩が減少し海苔の成長に悪影響を与える、pH8.5が海苔の成長に悪影響を与えない上限であるとされている。また、日本水産資源保護協会が定めた水産用水基準では、海域におけるpHは7.8~8.4かつ急激な変化を起こさないことと定めている。

(2) 海苔養殖業者の懸念に対する対応

工事海域が海苔養殖場に近いという特殊性を考慮し、海苔養殖を生業としている養殖業者の懸念に配慮するためにも、こうした基準値を踏まえコンクリートブロックを沈設する際は、海水のpHを8.4以下に抑えるか、もしくはpHの急激な上昇などの変化を起さないような対応が求められる。

3. コンクリートのアルカリ溶出試験

(1) 試驗目的

コンクリートブロック製作時における湿潤養生、散水養生、養生後の洗浄といった養生方法や養生期間の違いが海水のpH上昇に影響を及ぼす程度を明らかにし、適切な養生期間設定によるコンクリートブロックの製作から海中沈設までの事業計画立案の基礎材料とする。

(2) 試驗方法

コンクリート供試体を用いた試験を以下の条件で行った。

養生方法・日数を変化させた26パターンのコンクリート供試体（口径100mm×高さ200mm）を5Lの海水に浸漬し、24時間経過後にpHを計測した。（表-2、図-6）なお、試験に使用した原海水は伊勢湾内で採取しており、pHは7.9～8.1であった。

実験ケース

ケース① 実際の施工を想定したケース。コンク

リート製作場内（屋外）で湿潤養生を1週間行った後脱型を行い、屋外にて所定の期間養生。

- ケース①'：ケース①において、表面に海水散水を行うことでアルカリの溶出を更に抑制できるかを確認するケース。コンクリート製作場内（屋外）で湿潤養生を1週間間行った後脱型を行い、表面に約500mLの海水を散水した後、屋外にて所定の期間養生。
- ケース②：施工時に湿潤養生を十分な期間行うことができないことを想定したケース。脱型後屋外にて所定の期間養生。
- ケース②'：ケース②において、養生終了後表面を高压洗浄することでアルカリの溶出を更に抑制できるかを確認するケース。脱型後、屋外にて養生を行い所定の期間養生後、5Lの海水で高压洗浄を行う。
- ケース③：①と②の比較ケースとして、自然環境の影響を受けない場所で養生した際のアルカリ溶出を確認するケース。脱型後室内にて所定の期間養生。

表-2 試験工程

凡例
■ 海水浸漬
■ pH測定

ケース	材齢(打設後の経過日)																			
	1	2	3	~	7	8	~	14	15	~	21	22	~	28	29	~	45	46	~	60
①	屋外					屋外					屋外					屋外				
	屋外					屋外					屋外					屋外				
	屋外					屋外					屋外					屋外				
	屋外					屋外					屋外					屋外				
	屋外					屋外					屋外					屋外				
②	屋外					屋外					屋外					屋外				
	屋外					屋外					屋外					屋外				
	屋外					屋外					屋外					屋外				
	屋外					屋外					屋外					屋外				
	屋外					屋外					屋外					屋外				
①'	散水					屋外					散水					屋外				
	散水					屋外					散水					屋外				
	散水					屋外					散水					屋外				
	散水					屋外					散水					屋外				
	散水					屋外					散水					屋外				
②'	屋外					屋外					屋外					屋外				
	屋外					屋外					屋外					屋外				
	屋外					屋外					屋外					屋外				
	屋外					屋外					屋外					屋外				
	屋外					屋外					屋外					屋外				
③	室内					室内					室内					室内				
	室内					室内					室内					室内				
	室内					室内					室内					室内				
	室内					室内					室内					室内				
	室内					室内					室内					室内				

※高压洗浄後に海水浸漬

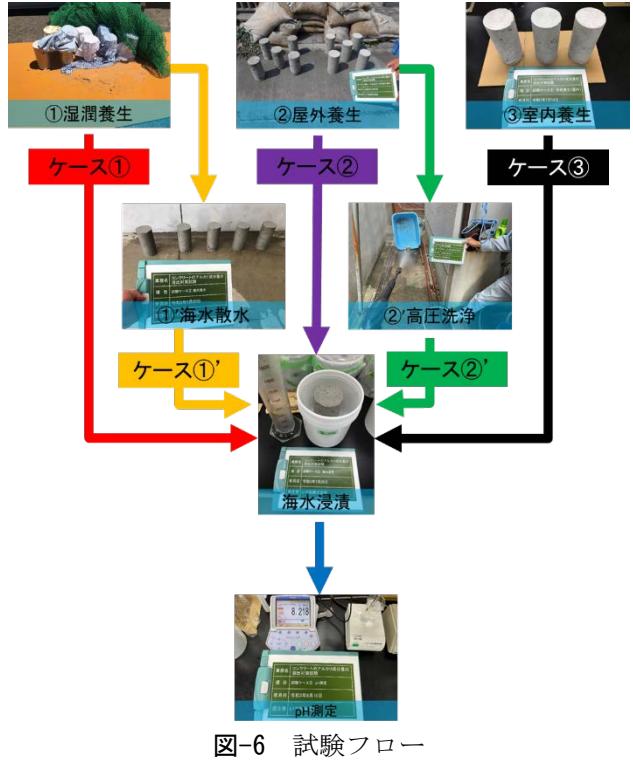


図-6 試験フロー

(1) 試験結果

供試体浸漬後、測定した海水のpHを表-3に示す。また、浸漬前海水とのpHの差を図-7に示す。

試験結果の考察

ケース①：湿潤養生後に屋外養生を行ったケースでは、材齢3週間でpHが8.4に低下し、以降も8.4以下の値が継続した。また、材齢1.5ヶ月の時点で原海水と比較したpHの上昇値はゼロとなり以降も海水のpHを上昇させなかつた。全体の傾向として、pHの上昇値は養生期間が長くなるについたがい小さくなつた。

ケース①'：同じ湿潤養生を行った試験ケース①と比較してpH上昇が小さく、材齢2週間でpHが8.4となり、以降も8.4以下の値が継続した。また、他のケース同様に、材齢1.5ヶ月の時点で原海水と比較したpHの上昇値はゼロとなり以降も海水のpHを上昇させなかつた。全体の傾向として、pHの上昇値は養生期間が長くなるについたがい小さくなつたが、ケース①と比較して優位な差はみられなかつた。

ケース②：湿潤養生を行わず屋外養生を施したケースでは、材齢1週間で浸漬後海水のpHが8.7まで上昇したが、材齢3週間でpHが8.4に低下し、以降も8.4以下の値が継続した。また、試験ケース①と同様に、材齢1.5ヶ月の時点で原海水と比較したpHの上昇値はゼロとなり以降も海水のpHを上昇させなかつた。

も海水のpHを上昇させなかつた。全体の傾向として、pHの上昇値は養生期間が長くなるにしたがい小さくなつたが、湿潤養生の有無に関して優位な差はみられなかつた。

ケース②：同じ湿潤養生を行わなかつたケース②と同じく、材齢3週間でpHが8.4に低下し、以降も8.4以下の値が継続したが、pHの上昇値は材齢3週間と4週間ではむしろ高くなり高压洗浄の有意な差はみられなかつた。材齢1.5カ月時点では他のケース同様原海水と比較したpHの上昇値はゼロとなり、以降も海水のpHを上昇させなかつた。なお、1週間と2週間の値はコンクリート供試体が高压洗浄で崩れたため計測できなかつた。

ケース③：室内養生を施した供試体では、屋外養生に比べて海水のpH上昇が小さく、すべてのケースの中で最も短い養生期間でpHが低下する傾向となつた。材齢1週間では、浸漬後に海水のpHが8.6まで上昇したが、材齢2週間でpHが8.3となり、以降も8.4以下の値が継続した。また、材齢3週間で浸漬前との差が0.2まで低下したが材齢4週間に再び上昇する結果となつた。しかし、他のケースの傾向を考慮するとこの結果は誤差と考えられる。全体の傾向としては他のケース同様海水浸漬前後のpHの上昇値は養生期間が長くなるにしたがつて小さくなつた。

表-3 試験結果(海水浸漬後のpH)

試験 ケース	養生方法	試験前海水	材齢					
			1週間	2週間	3週間	4週間	1.5カ月	2カ月
①	湿潤一屋外	8.0~8.1	-	8.5	8.4	8.3	8.0	8.1
①'	湿潤一海水散水一屋外	7.9~8.1	-	8.4	8.3	8.2	8.0	8.1
②	屋外	8.0~8.1	8.7	8.5	8.4	8.2	8.0	8.1
②'	屋外→高压洗浄	7.9~8.1	-	-	8.4	8.2	8.0	8.1
③	室内	7.9~8.1	8.6	8.3	8.2	8.3	8.1	8.2

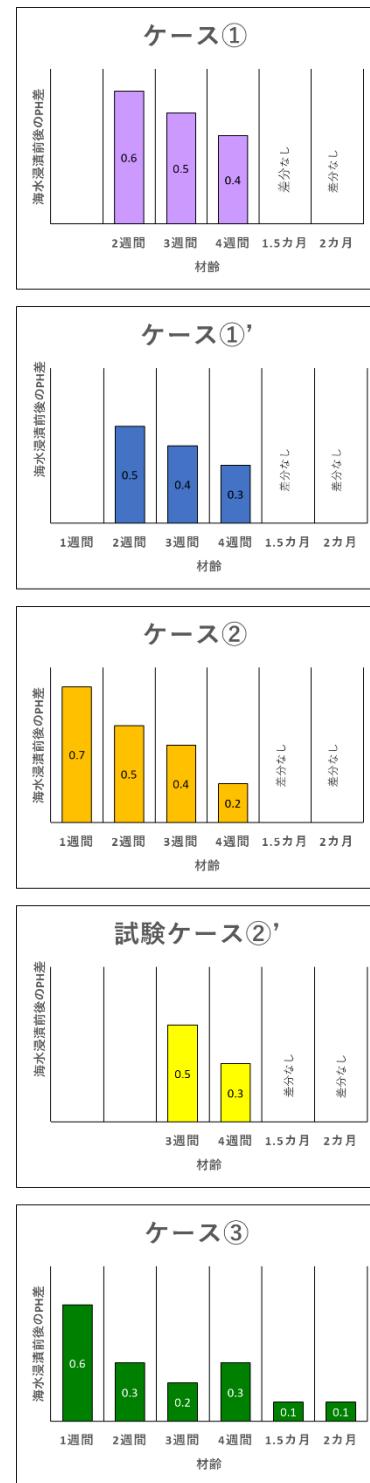


図-7 試験結果(海水浸漬前後のpH差)

(4)まとめ

コンクリートのアルカリ溶出試験より以下の傾向を掴んだ。

- a) 原海水と比較したpH上昇値は、養生方法によらず養生期間が長くなるに伴つて小さくなる傾向にあり、材齢1.5カ月以降はほぼゼロとなつた。また、材齢4週間時点ですべてのケースでpHが8.4以下となつた。
- b) 5種類の養生方法の中で、最も速くアルカリ成分溶出の抑制効果が現れたのは、試験ケース③の室内養生だつた。しかし、4週間以上養生を行う場合他のケースのpH

上昇値と変わらなくなるため、養生場所の違いによるアルカリ成分溶出の抑制効果は無いと考えられる。

c) ケース①' や②' の結果より、海水散水や高圧洗浄は、pHを低下させることにおいて優位性がみられなかった。養生期間が短い段階では効果が得られることがあるかもしれないが、1.5カ月以上の十分な養生期間が経過した場合は表面の洗い流しは不要であると考えられる。

4. 試験結果を踏まえた対応

すべての試験ケースにおいて、一般的なコンクリートの養生期間である4週間時点で各種基準を満足した。使用した海水のpHのばらつきや測定結果の誤差を考慮し、名古屋港新土砂処分場整備事業においては海中に沈設するコンクリートブロックは、今回の試験で海水のpH上昇を起こさないとの結果がでた1.5カ月以上の養生を行うこととする。

今回の試験により、コンクリートブロックの養生に必要な期間が明確化されたことでいつまでにコンクリートブロックを製作しておき据付工事を行うかの適切な事業計画を立案することが可能になった。

施工段階においては周辺海域のpHの測定を定期的に行い、周辺海域の環境に変化が無いこと確認しながら事業を実施していく必要がある。

謝辞

本論文の執筆にあたり、名古屋港湾事務所のみなさまにご助言・ご指導を頂いた。ここに記してお礼を申し上げる。

参考文献

- 1) 日本水産資源保護協会：コンクリートブロック製作工法検討調査 報告書