

ネオ・アッシュクリート（NAクリート）を用いた消波ブロックの現地耐久性について

ハザマ 正会員○斉藤栄一 中国電力 正会員 斉藤 直 テトラ 正会員 半沢 稔
 山口大学 正会員 浜田純夫 山口大学 正会員 松尾栄治

1. はじめに

石炭火力発電所から副産される石炭灰の発生量が増大しており、その有効利用の拡大が求められている。その様な背景の中、著者らは、石炭灰を大量に有効利用した新しいコンクリートである『ネオ・アッシュクリート』（以降、NAクリートと呼ぶ）を開発した¹⁾。NAクリートは、セメントと石炭灰の混練物に、骨材として同様の産業副産物である金属スラグを混入した低コストのリサイクルコンクリートである。高比重の金属スラグを混入することにより、軽量であった石炭灰硬化体の比重調節を可能にし、大きな外力が作用する消波ブロック等にも適用できる様にした。また、NAクリートは、石炭灰の硬化促進作用を有する塩水、海水で練り混ぜることを基本とした固練り材料であり、その締固めには、石炭灰粒子がガラス質・球型でベアリング効果を有するため振動に対する流動性が良いといった性状を利用し、外部振動で流体化させ締め固める（超流体工法²⁾）。本報では、NAクリートの実海域における耐久性確認を目的として実施した、試験用消波ブロックの製造工事とブロックの据付9ヶ月後に実施した摩耗調査の内容について述べる。



写真-1 工事状況

2. 消波ブロックの製造工事

(1) 工事概要

消波ブロックの製造は、島根県益田港近傍のブロック製造ヤードで行った。消波ブロックの種類は、12.5ton 型テトラポッド（体積 5m³）で、NAクリートで15基、比較の為、普通コンクリートで5基製造した。NAクリートは、市中の生コンプラントで練り混ぜた後、固練り材料であるためダンプトラックで運搬し、荷下ろし後、バックフォウ（0.4m³）で型枠の中に投入した。材料の締固めには、型枠に取り付けた汎用の振動モータ（550W）を用いた。工事の状況を写真-1に示す。工事における示方配合を表-1に示す。表中、配合SK1、SK2はNAクリートの現地摩耗調査を行うに当たり設定した高耐久配合で、NAクリートの標準配合SHに対し、SK1は骨材量を、SK2はセメント量を上げたものである。設計基準強度は、SK2は24N/mm²、それ以外は21N/mm²とした。

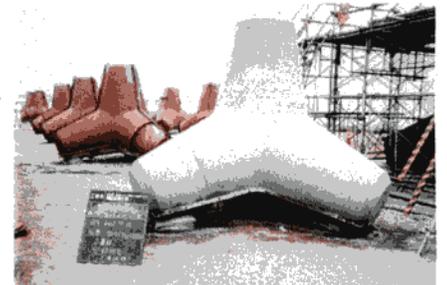


写真-2 完成後の消波ブロック

表-1 示方配合

(2) 締固め（流体化）の状況

12.5ton 型テトラポッドの鋼製型枠には合計4個の振動モータを取り付けた。振動モータの取付位置を図-1に示す。モータは、取付治具と共に型枠フランジ部のボルト穴を利用し取り付けた。加振は常時モータNo.1,2,3で行い、打込み面が天端付近（天端から約1m下）に達した時点でNo.4も使用した。4台のモータを使用することで、容易かつ確実に締固め（流体化）を行うことができた。

配合名	製造基数	スラグ量			単位量 (kg/m ³)				
		W/(C+F) (%)	C/(C+F) (%)	(%)	水W	セメントC	ワイヤメッシュ	電解質G	NaCl
SH	5基	33.8	25.4	500	223	167	493	1,490	7.4
SK1	5基	30.2	26.7	550	189	167	458	1,639	6.2
SK2	5基	28.9	28.2	500	205	200	509	1,490	6.8
BB	5基	-	-	-	153	255	754	1,144	-

(3) 硬化後のブロックの状況

型枠脱型後のブロック（写真-2）は、普通コンクリートブロックに比べ若干空気あばたが多く見受けられたが、未流体化域は無く、品質は良好であった。各配合における圧縮強度品質管理結果を図-2に示す。石炭灰のポズラン反応が長期に渡って進行する

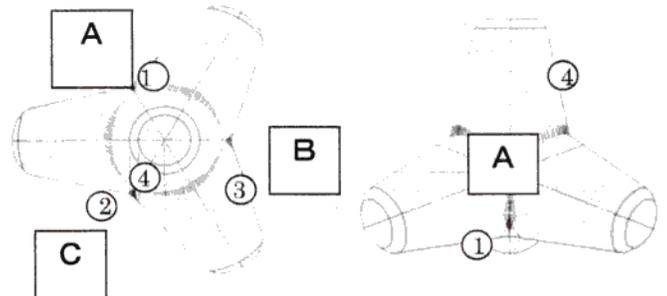


図-1 振動モータの取付位置

キーワード：石炭灰、金属スラグ、消波ブロック、摩耗、耐久性

連絡先：中国電力（〒730-8701 広島市中区小町4-33 TEL 082-241-0211 FAX 082-523-6367）

ため、NAクリートでは長期的に高い強度が得られることが分かる。材齢 91 日では 40~50N/mm²と、材齢 28 日強度の 1.3~1.4 倍程度に強度が増加している。

3. ブロックの現地耐久性試験

(1) 現地海域への据付

20 基の消波ブロックは、平成 12 年 8 月に材齢約 40 日で現地の海岸へ据え付けた。据付場所は、島根県持石海岸の汀線近傍、水深 2m の海域である。現地は、底質の中央粒径 d₅₀ が 5mm の砂れき海岸で日本海に面しているため、冬期のしけ等で、砂れきの漂砂現象が顕著であり、ブロックの摩耗に対し非常に厳しい条件である。20 基のブロックは、海岸汀線と平行に 1 列で据え付けた。据付延長はおおよそ 50m である。据付後のブロックの状況を写真-3 に示す。

(2) 消波ブロック摩耗調査

据付から 9 ヶ月後（平成 13 年 5 月末）に、20 基のブロックを引き上げ、各ブロックの摩耗量（すり減り量）を測定した。引き上げ時、20 基のブロックは、テトラポッドの高さ 2.6m の内、約半分（1.3m 程度）は砂れきに埋没し首部が露出している状態であった。従い、砂れき面近傍であるブロックの中心部で摩耗量が大きかった。摩耗量の測定結果を図-3 に示す。これは、テトラポッドの三脚の脚線に沿った頂部のすり減り量分布を示したもので、同一配合 5 基分の各脚の値全てについて平均化している。測定の様子は写真-4 の様である。図より脚端部から中心部に近づくにつれ摩耗量が増大する傾向である。NAクリートの摩耗量は、普通コンクリートの半分程度と小さい。NAクリートの配合による大きな違いは見受けられないが、設計基準強度が他より大きい SK2 配合で摩耗量が若干小さい。脚の設置方向による摩耗状況に大きな違いはなかったが、岸に向かう様に設置された脚に関しては、すり減り量が小さい傾向があった。次に、テトラポッド首部の摩耗量を図-4 に示す。測定は、下の三脚の頂部に沿った縦方向 3 測線で実施し平均化した。天端面から下 60~80cm 程度までは、砂れき面から離れており、漂砂の影響が小さいため摩耗は微量であるが、それより下で、摩耗量が増大する。脚部と同様、NAクリートの摩耗量は普通コンクリートの半分以下と小さい。以上の結果より、NAクリートは普通コンクリートに比べ、耐摩耗性に優れており耐久性が高いと言える。これは、図-2 でも示した NAクリートの長期強度の発現性に寄るところが大きい。さらに、石炭灰を大量に使用したコンクリートは海水中で養生すると強度増加が大きくなる傾向があるため³⁾、海水中に設置された NAクリートの強度が、より大きく増加したことも考えられる。従って、NAクリートは海域に設置される消波ブロックや根固めブロックの材料に、特に適していると考えられる。

4. あとがき

消波ブロックの現地海岸における耐久性評価試験より、NAクリートは耐摩耗性に優れた耐久性の高い材料であることが分かった。これは、NAクリートの海水中における長期的な強度増加による効果であると考えられ、NAクリートが、消波ブロック等、海域の構造物に適した材料であることを示している。今後は、リサイクルの推進を図るためにも、海岸・海洋構造物を中心として、NAクリートの更なる使用拡大を目指したい。最後に、島根県益田土木事務所の関係諸氏には、本試験の実現に向け惜しみない協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 齊藤 直ら：石炭灰を多量に使った新素材コンクリートの開発, 電力土木, No.285, pp.75-79, 2000.
- 2) 福留和人ら：石炭灰を多量に用いた新しい硬化体製造方法, コンクリート工学年次論文報告集 19(1), pp.223-228, 1997.
- 3) 鈴木達雄ら：石炭灰混合体の人工魚礁材料としての適応性、間組研究年報、pp.333-344、1987.

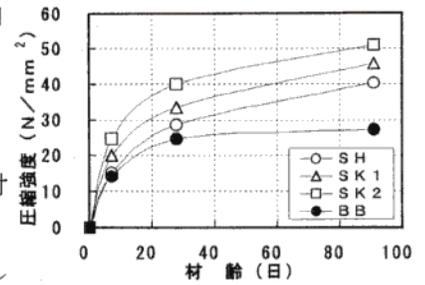


図-2 圧縮強度試験結果



写真-3 据付後のブロック

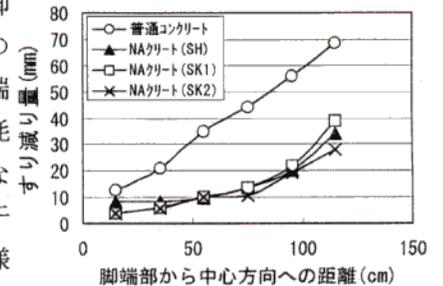


図-3 摩耗量調査結果（脚部）



写真-4 摩耗調査の状況

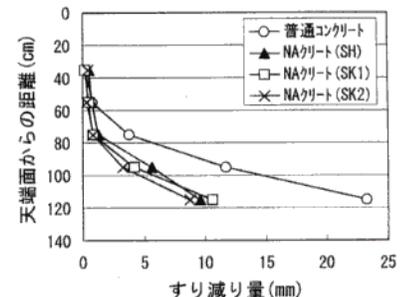


図-4 摩耗量調査結果（首部）