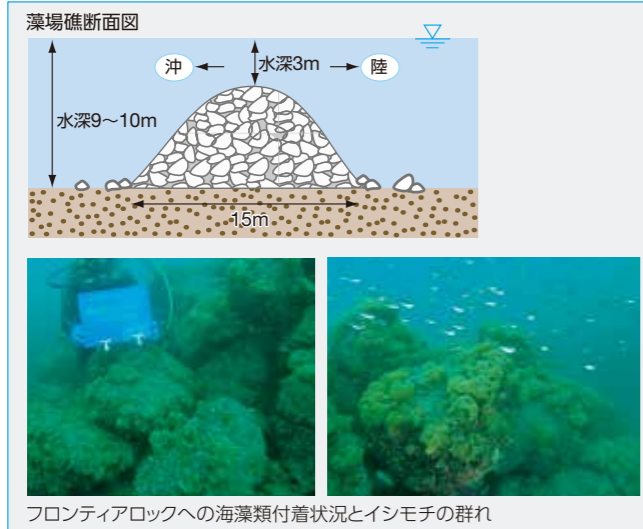


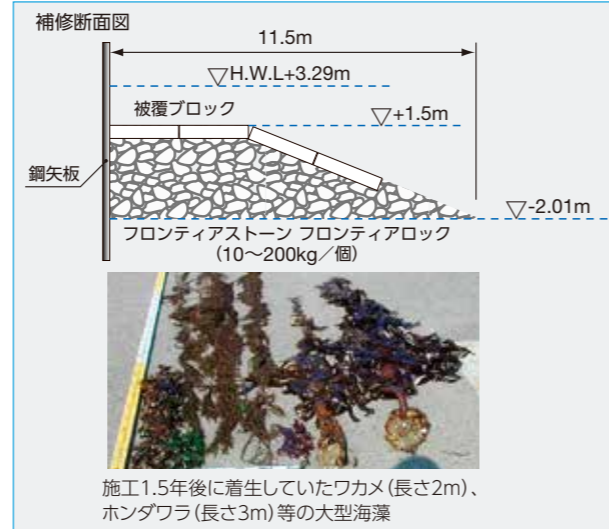
環境適合性

フロンティアロック(ストーン)は鉄分・珪酸分などのミネラル分を含むため、藻類や生物が多く着生することが観察されております。

■ 三重県三浦湾での藻場構築造事業



■ 水島港護岸補修



有害物質の溶出

有害物質の溶出・含有については、「港湾用途溶出量基準」または「一般用途溶出量基準」および「含有量基準」の各種環境基準に適合した材料を供給します。

適用実績

No.	工事名称	用途	施工年	発注者	サイズ	使用量(m³)
1	千葉製鉄所発電設備建設工事	取水管被覆石	2000.7~8	川崎製鉄	200~600kg/個	600
2	水島製鉄所海水導入路護岸補修	護岸補強用捨石	2000~2002	川崎製鉄	10~200kg/個	72,000
3	水島港(水島製鉄所)護岸補修	護岸補強用捨石	2001	川崎製鉄	10~200kg/個	25,000
4	潜堤造成工事	潜堤被覆石、捨石	2007.1	岡山県	2.4t/個300kg/個	350
5	港湾修繕工事	緩傾斜護岸被覆石	2007.1~2	岡山県	1.2t/個	124
6	藻場構築造事業	藻場	2007.2	三重県	150~500kg/個	350
7	人工藻礁	藻場	2008.3	国交省	ブロック8t型	198個
8	羽田D滑走路建設外工事	中仕切堤	2008.10~2009.3	国交省	0~300mm	250,000
9	羽田D滑走路建設外工事	埋立造成	2009.6~12	国交省	0~100mm	350,000
10	藻礁設置工事	藻礁マウンド	2009.11~2010.3	国交省	300~500kg/個	20,800
11	海浜(磯浜)整備工事	浅場マウンド	2010.4	東京都	3t/個 100個	200
12	平成23年度藻場造成工事	藻場	2010.12	香川県	1,000kg/個	700
13	東京国際空港周辺浅場造成工事	浅場造成材	2011.3, 2012.2	国交省	1,000kg/個	10,950
14	下関港(新港地区)仮締切外1件工事	被覆石	2011.10~12	国交省	100~300kg/個	20,000
15	海釣り施設水域整備工事	潜堤	2011.11	東京都	100~200kg/個	11,000
16	新門司C護岸改良工事	捨石	2011.11	北九州市	1~100kg/個	5,000
17	漁港海岸災害復旧応急工事	防潮堤	2011.11~12	陸前高田市	50~200kg/個	18,000



港湾修繕工事

日本製鉄株式会社

スラグ・セメント事業推進部
〒100-8071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
Tel: 03-6867-6199 Fax: 03-6867-3586
www.nipponsteel.com

フロンティアストーン®/ フロンティアロック®
L011_01_201904f
© 2019 NIPPON STEEL CORPORATION 無断複写転載禁止



フロンティアストーン® フロンティアロック®

自然環境に優しい人工石材

(財)沿岸技術研究センター-港湾関連民間技術の確認審査・評価報告書 07001号



日本製鉄株式会社

自然環境に優しい人工石材

フロンティアストーン®/フロンティアロック®とは

無尽蔵にあると思われていた石や砂。しかし、年々良質なものの入手が難しくなっており、また採取による自然破壊や生態系への影響が危惧されています。

フロンティアストーン、フロンティアロックは製鋼スラグと高炉セメントの原料である高炉スラグ微粉末と水などを練混ぜ、水和固化させて製造した人工石材です。フロンティアストーンは粒径 300mm 以下の小さな人工石材であり、フロンティアロックは粒径 100mm から 1000mm 程度の大きな人工石材です。

- 特長**
- 準硬石とほぼ同様な品質です(表参照)。
 - 使用目的に合わせて大きさを任意に変えることが可能です。
 - 非液状化材料です。
 - 海藻等の生物付着性に優れます。
 - 拘束圧100~400kPaにおいて、せん断抵抗角35°以上が得られます。
 - 海域で使用する場合において、周辺海域へのpH影響はありません。
 - 「港湾用途溶出量基準」または「一般用途溶出量基準」および「含有量基準」に適合する製品です。



フロンティアストーン、フロンティアロックの製造方法



表-1 フロンティアストーン&フロンティアロックの特徴

人工石材の種類	フロンティアストーン	フロンティアロック
用途	埋め立て材	割り石(緩傾斜護岸・被覆石)・裏込石
母岩品質	圧縮強度：9.8~35N/mm ² 表乾密度：2.1~2.9g/cm ³ 吸水率：5~20%	
粒度・重量	粒度重量の範囲	0~300mm / 5~2000kg(100~1000mm*1)
	Uc	5~45 / 1.3~3 *2
	D10	1.0mm以上 / -
力学特性	せん断抵抗角	Uc ≥ 5で35°以上*3
	2次圧縮係数	準硬石相当の天然石材と同等以下(0.02%以下)
	スレーキング率	砂ずりと比較して非常に小さい(0.4%以下)
環境適合性	pH	9.0以下(海水溶媒 固液比1:10)
	生物付着性	天然石材と同等以上
膨張	有害物質の溶出・含有	「港湾用途溶出量基準」または「一般用途溶出量基準および含有量基準」の基準値以下
	膨張しないこと(JIS A 5015 80°水浸膨張試験 10日で0.2%以下)	有害なひび割れなし

*1: 500mm以上の製造可否については、製造元にご確認下さい。
*2: φ₀≥35°を目標とする場合には、粒度調整によりUc≥5の製造可能。
また、100kPa以下の低拘束圧の場合は、Uc=1.3~3でもφ₀≥35°が確保可能。
*3: 100kPa以下の低拘束圧条件では、φ₀≥40°が確保可能。

表-2 配合例

No.	単位量 (kg/m ³)					
	水	高炉スラグ微粉末	フライアッシュ	製鋼スラグ	アルカリ刺激材	混和剤
No.1	230	460	-	1692	-	-
No.2	230	460	-	1326	-	-
No.3	186	297	125	2038	53	2.85
No.4	166	297	85	2021	53	1.76
No.5	174	316	63	2111	57	2.61
No.6	300	450	-	1539	-	-
No.7	300	525	-	1463	-	-

力学特性 1.1 せん断強度特性(水中落下作成供試体による大型三軸圧縮試験(CD)結果)

フロンティアストーン、フロンティアロックは均等係数Uc(=D₆₀/D₁₀)が5以上の範囲で、せん断抵抗角φ₀は35°以上確保できます。

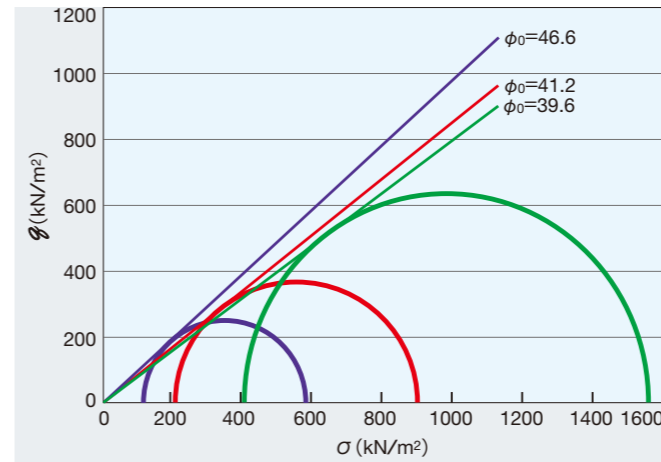


図-1 大型三軸圧縮試験における破壊時のモール応力円(一例)

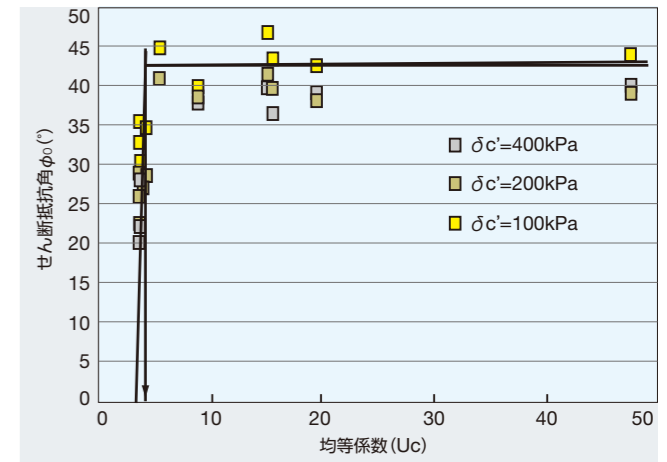


図-2 均等係数Ucとせん断抵抗角φ₀の関係

1.2 長期圧縮性(長期一次元圧縮試験結果)

フロンティアストーン、フロンティアロックは圧縮荷重に対して沈下は短時間で終了し、長期的なクリープ等による沈下は非常に小さいことを確認しています。

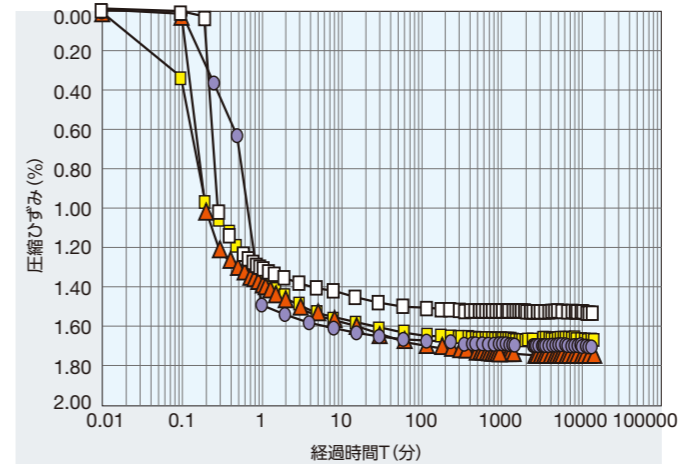


図-3 長期一次元圧縮試験による圧縮ひずみの時間変化

フロンティアストーンの2次圧縮係数は、準硬石相当の砂ずりの2次圧縮係数(0.015~0.083%) *1とほぼ同等です。

*1: 池野勝哉、新舎博、河村健輔：若スリの埋込材としての適用性に関する実験 -長期圧縮性について-、第40回地盤工学研究発表会 2005

非液状化

フロンティアストーンでは、10%通過粒径D₁₀≥1mmと管理することで、港湾の施設の技術上の基準・同解説に示される液状化しない透水係数k≥3cm/sであることを確認しています。

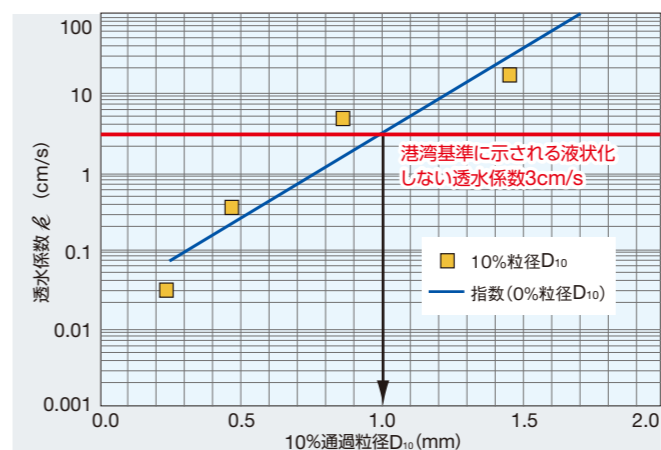


図-5 10%通過粒径D₁₀と大型透水試験による透水係数の関係

1.3 埋立地盤のN値

埋立地盤のN値は、従来の礫材料による埋立地盤とほぼ同等であることを確認しています。

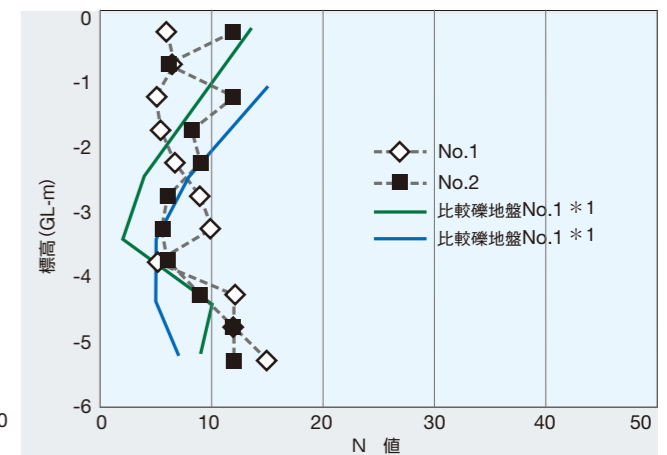


図-4 埋立地盤のN値の調査例(水中投入締め固めなし)

*1: 宮川公一、鎌田文男、岩間広志、東原純：礫地盤の調査と評価 第35回地盤工学研究発表会 C-3, No.20, pp.39-40 2000

環境適合性(PH)

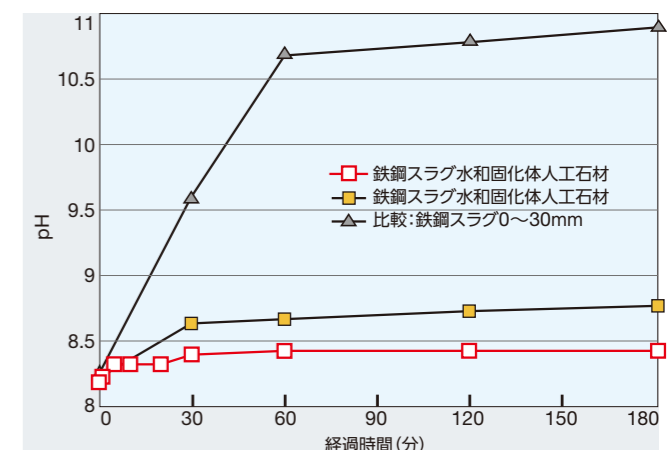


図-6 フロンティアストーンのpH(海水溶媒固液比10)