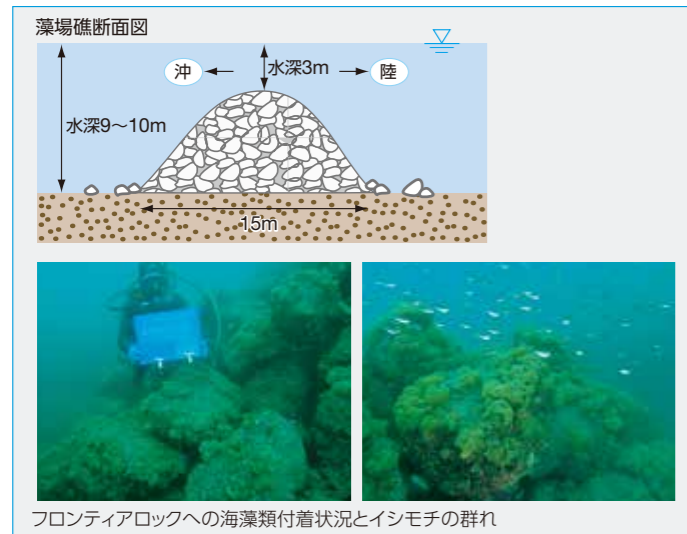


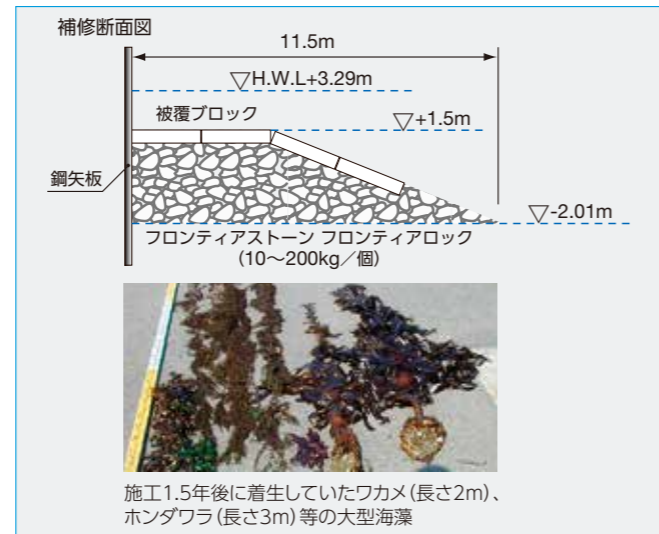
■ 環境適合性

フロンティアロック(ストーン)は鉄分・珪酸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礁築造事業



● 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

工事名称	施主名	使用量(t)	用途(種類)	施工時期
① 東京国際空港D滑走路建設外工事	国土交通省関東地方整備局	606,000	揚土材	2008.5~2009.3
東京国際空港D滑走路建設外工事	国土交通省関東地方整備局	396,000	中仕切堤	2009.6~2009.12
② 釜石港湾口地区湾口防波堤工事	国土交通省東北地方整備局	290,000	被覆石	2013.6~2018.3
③ 雲雀野北埠頭荷捌地災害復旧工事	宮城県石巻港湾事務所	4,300	被覆石	2013.9~2013.10
④ 中川護岸耐震工事 他	東京都建設局	23,700	捨石	2014.12~2020.1
⑤ 防潮堤建設工事 他	東京都港湾局	46,400	捨石	2015.2~2016.8
⑥ 鹿島港外港地区中央防波堤付属施設築造工事	国土交通省関東地方整備局	8,400	基礎捨石	2015.7
⑦ 鹿島港外港地区中央防波堤付属施設築造工事	国土交通省関東地方整備局	16,400	被覆石	2017.7~2017.11



雲雀野北埠頭荷捌地災害復旧工事(フロンティアロック)



釜石湾口防波堤工事(フロンティアロック)

〈ご注意とお願い〉本資料に記載された技術情報は、製品の代表的な特性や性能を説明するものであり、「規格」の規定事項として明記したものを除き、保証を意味するものではありません。本資料に記載されている情報の誤った使用または不適切な使用等によって生じた損害につきましては責任を負いかねますので、ご了承ください。また、これらの情報は、今後予告なしに変更される場合がありますので、最新の情報については、担当部署にお問い合わせください。本資料に記載された内容の無断転載や複製はご遠慮ください。本資料に記載された製品または役務の名称は、当社および当社の関連会社の商標または登録商標、或いは、当社および当社の関連会社が使用を許諾された第三者の商標または登録商標です。その他の製品または役務の名称は、それぞれ保有者の商標または登録商標です。

日本製鉄株式会社

〒100-8071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
Tel: 03-6867-4111 Fax: 03-6867-5607
www.nipponsteel.com

フロンティアストーン®/フロンティアロック®
L011_03_202303f

© 2023 NIPPON STEEL CORPORATION 無断複写転載禁止

 NIPPON STEEL

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22002号

 NET ZERO
NIPPON STEEL
Green Transformation
Initiative

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。
 - **せん断抵抗角**
フロンティアストーンは、拘束圧100kPa以上400kPa未満で35°以上、拘束圧100kPa未満で40°以上のせん断抵抗角、フロンティアロックは、拘束圧100kPa未満で35°以上のせん断抵抗角が得られます。
 - 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: 9.8N/mm ² 以上 吸水率: 20%以下	表乾密度: 2.1~2.9g/cm ³
粒度・質量	粒径・質量の範囲	0~300mm
	Uc	5~45
力学特性	D ₁₀	2.0mm以上
	せん断抵抗角	35°以上(拘束圧100kPa以上400kPa未満) 40°以上(拘束圧100kPa未満)
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
	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 A5015 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。

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は、拘束圧100kPa以上400kPa未満で35°以上、拘束圧100kPa未満で40°以上のせん断抵抗角が得られます。フロンティアロックは、拘束圧100kPa未満で35°以上のせん断抵抗角が得られます。

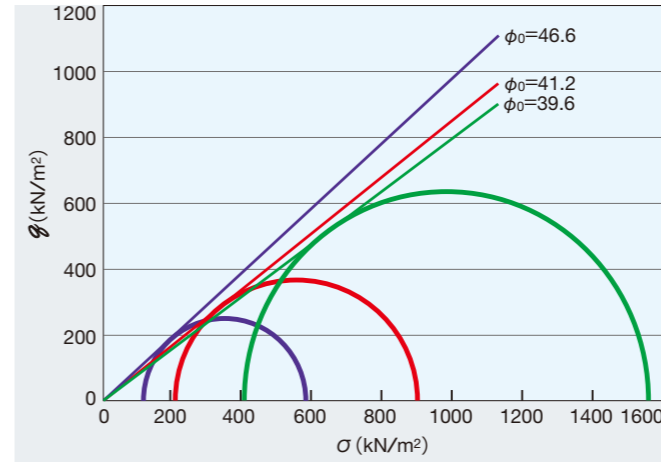


図-1 大型三軸圧縮試験における破壊時のモール応力円(一例)

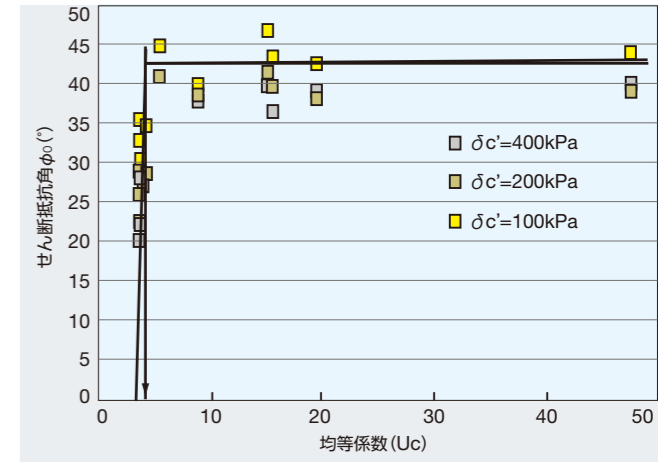


図-2 均等係数Ucとせん断抵抗角φ₀の関係

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。

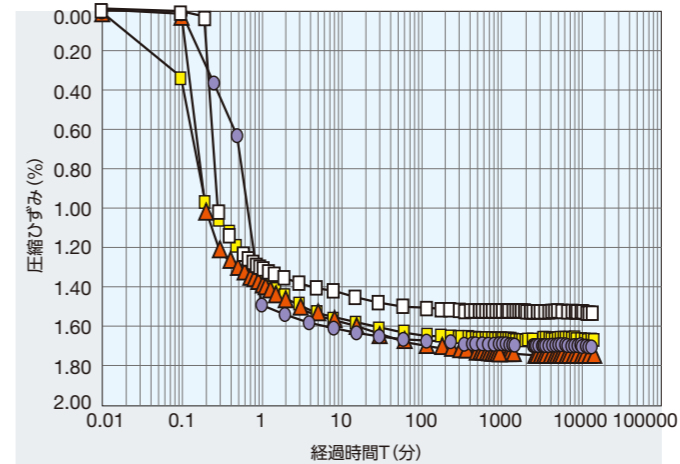


図-3 長期一次元圧縮試験による圧縮ひずみの時間変化

フロンティアストーンの2次圧縮係数は、準硬石相当の砂や砂りの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: 岩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≥2mm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。

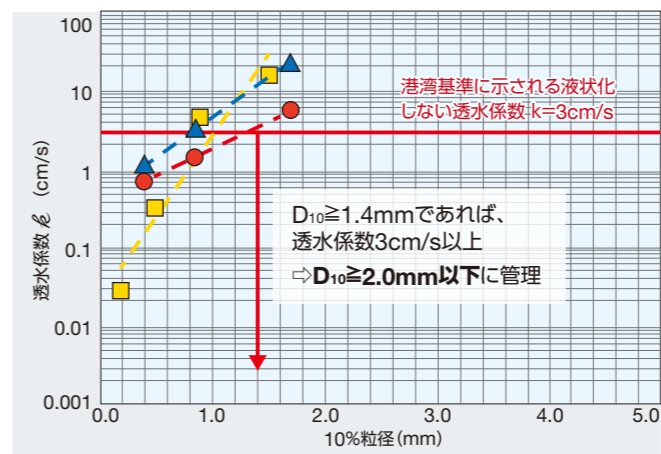


図-5 10%通過粒径D₁₀と大型透水試験による透水係数の関係

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。

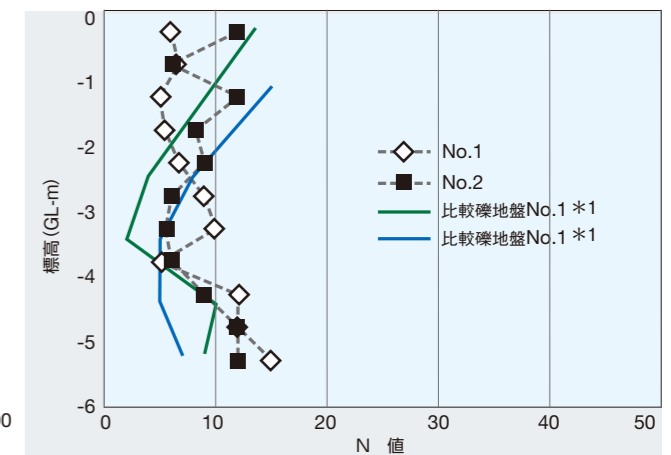


図-4 埋立地盤のN値の調査例(水中投入締め固めなし)

*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)

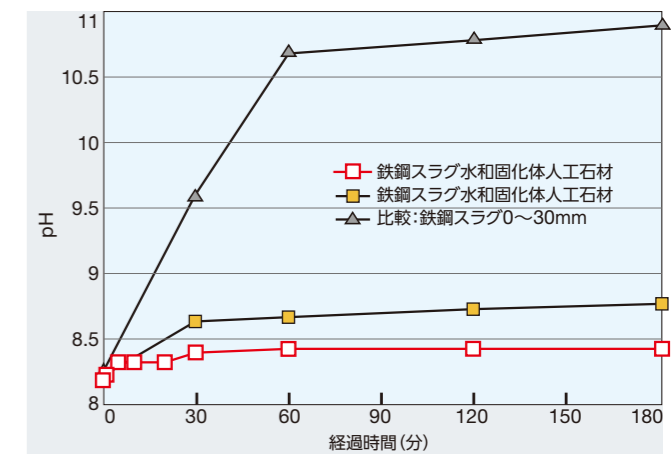


図-6 フロンティアストーンのpH(海水溶媒固液比10)