

MASTER®
» BUILDERS
ポゾリス



マスターフロー® 9500

洋上風力発電設備用超高強度グラウト材

A brand of
MBCC GROUP



商品概要



「マスターフロー[®] 9500はDNV-OS-C502に基づき、広範な認証プログラムを無事終了いたしました。規定された用途範囲内で承認された手順に従って使用すれば、荷重のかかるグラウト接合部への使用に適した材料と言えるでしょう。」

DNV GL、プロジェクト・マネージャー：Andreas Lervik氏



マスターフロー® 9500 : 洋上風力発電設備の 設置に最適な超高強度グラウト材

マスターフロー® 9500は、洋上風力発電設備の設置に使用できる、超高強度、疲労耐久性を持つセメントベースのグラウト材です。風力発電プロジェクトの耐久性、時間効率、安全性を高めることに貢献します。

通常、マスターフロー® 9500はトランジションピースとモノパイルの間、スチールジャケット内など、風力発電設備の基礎のグラウト接続部に使用されます。

大規模なポンプでの施工を前提とした調合

- 優れた疲労耐久性が求められる風力発電設備用グラウト材
- 苛酷な洋上条件及び0℃付近の極低温環境でも施工可能なグラウト材
- 高い強度と疲労耐久性が重要になる25mm～600mmの空隙充填

メンテナンスフリーな風力発電所の運用

マスターフロー® 9500は長期耐久性があり、迅速、安全かつコスト効率の高い洋上風力発電設備の建設が可能になります。風力発電設備は特殊であり、安全かつ耐久性のある設置を行うには、すべてのコンポーネントを正しく設計し、組み合わせることが重要です。マスターフロー® 超高強度グラウト材は性能が高く、長期にわたって風力発電所をメンテナンスフリーで運用していくことが可能です。

マスターフロー® 9500のメリット



高い疲労耐久性
動的荷重への耐久性



早期強度発現性
工事全体を迅速化



安全な設置
高い初期及び最終強度

0℃

低温環境でも対応
0℃でも使用でき、
設置に適する時間帯が
短くても施工が可能



実証済みの高い品質
DNV GLによって実証、
認証済み



優れた耐久性
長期にわたり荷重の
伝達を実現



マスターフロー® 9500の認証

MASTER BUILDERS ポゾリス® は、パートナーの皆様のニーズを理解し、現代の風力発電所の建設と探査で起こり得るリスクを低減することで、風力発電業界をさらなる成功へと導くソリューションです。

マスタービルダーズはDNV-OS-C502ガイドラインに基づき、マスターフロー® 9500の洋上風力設備の設置への適用の正当性についてDNV GL社に検証を依頼しました。実証過程において、DNV GL社は様々な室内試験、実物大試験を実施し、更に設置ガイドラインおよび品質保証関連文書の検証を行いました。

実証過程では、以下に代表される様々な外部試験機関で試験が行われました。

- オールボー大学 土木工学科実験室: デンマーク
- ノルウェー、ホヴィックにあるDNV GL社の試験施設
- ミュンヘン工科大学: ドイツ
- LGAI科学技術センター: (スペイン)

DNV GL社によって、グラウト材製造設備・施設、工場生産管理の監査も行われ、高い評価を得ました。

DNV GL社による結論と推奨事項

- 定義された監査項目に従ってDNV GL社がマスターフロー® 9500の認証プログラムを実施し、無事終了
- 疲労寿命の試験を行い、DNV-OS-C502に基づいた応力条件における疲労寿命の予測値と比較し同等であることを確認
- マスターフロー® 9500は繰り返し荷重への耐久性で、鉄筋コンクリート並みの性能を発揮
- 極めて高い弾性係数が壊れにくい効果をもたらす
- 模擬施工試験の結果により、マスターフロー® 9500の機能性が確認され、意図した用途に適したグラウト材であることを証明
- マスターフロー® 9500は長時間にわたる優れたポンプ圧送性と流動性を発揮。太さ2インチのホースを使って、長さ200m、高さ20mまでポンプ圧送することが可能
- マスターフロー® 9500は環境温度が0°Cでも施工が可能



マスターフロー® 9500
認証番号
TAK000001



上記検証プログラムに基づき、DNV GL社から認証書が発行されました。この認証書はマスターフロー® 9500が強度、耐久性、機能において特定の要件を満たしていることを書面で保証しています。



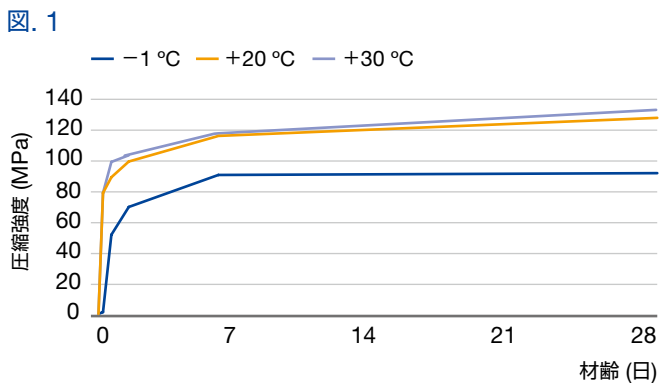
低温でも優れた強度

マスターフロー® 9500の力学特性

圧縮強度

マスターフロー® 9500の圧縮強度に関しては、150×300mmの円柱から75mmの立方体、40×40×160mmの角柱まで、様々なサイズの供試体を使用し、EN 12390-3に基づいて試験を行いました。150×300mmの円柱を用いた、材齢毎のマスターフロー® 9500の強度を測定した結果を図1に示します。

圧縮強度-150×300mmの円柱



曲げ強度 - 割裂引張強度

40×40×160mmの角柱を使用し、EN 196-1に基づいて曲げ強度を測定しました。割裂引張強度に関しては、φ 100×200mmの円柱を使用し、EN 12390-5に基づいて測定しました。結果を表1に示します。

表. 1

材齢	曲げ強度 (MPa)	引張強度 (MPa)
28日	18.4	8.6

静弾性係数・動弾性係数

静弾性係数に関しては、EN 13412に基づき100×200mmの円柱を使用し、水中で28日養生して測定しました。結果を表2に示します。低温での動弾性係数に関しては、German Committee of Reinforced Concrete (ドイツ鉄筋コンクリート委員会)の「コンクリート構造物の保護と補修」に関するガイドライン (Rili-SIB DAfStb)に基づき、角柱を使用し、水中で養生して測定しました。結果を図2に示します。

動弾性係数

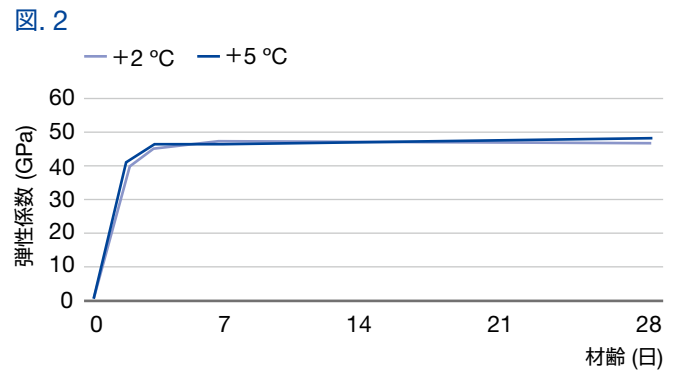


表. 2

材齢	弾性係数 (GPa)	ポアソン比
28日	50.9	0.199

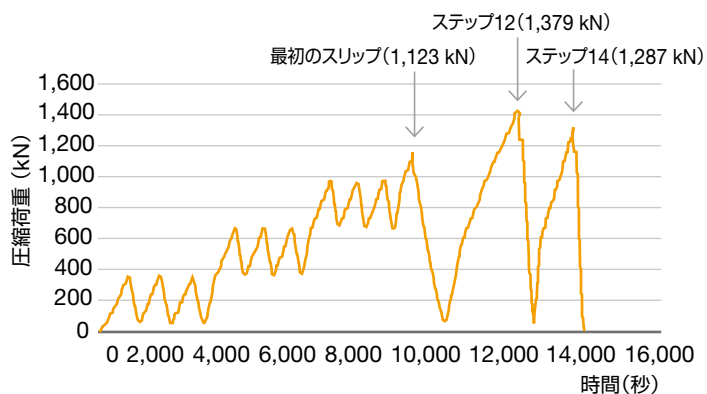


グラウト材接合部の一軸荷重耐力

太さの異なる鋼管2本を同心に配置し、その輪状の隙間にマスターフロー® 9500を充填したものを用意し、圧縮環境下でのグラウト材接合部の一軸荷重耐力の試験を行いました。グラウト接合部を予め規定された荷重の载荷と緩和の繰り返しを行い、その後最初のスリップが発生するまで軸圧縮荷重を増大させました。その後、グラウト接合部に荷重をかけ、せん断応力によって一軸荷重耐力を測定しました。一軸荷重耐力試験の結果を図3に示します。

圧縮荷重耐力の結果

図. 3



マスターフロー® 9500は、同様の試験条件で使用された他のグラウト材の2倍以上の一軸圧縮荷重耐力を示しました。



長期容積安定性

収縮を補正済みの配合

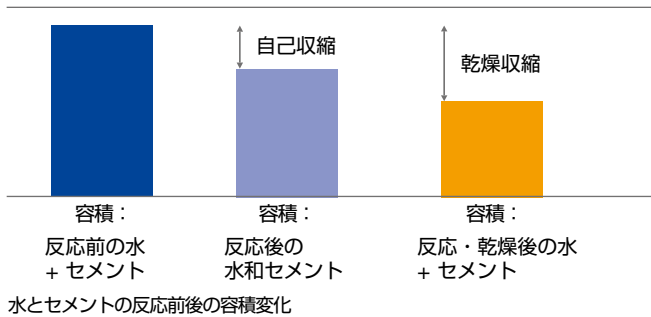
容積安定性は、洋上風力電力設備の基礎部分の長期耐久性において最も重要な要素です。そのため、洋上のグラウト材接合部に使用されるグラウト材の有効性の実証においては、自己収縮の検証が非常に重要です。

自己収縮とは？

自己収縮は、水とセメント系材料の化学反応によって起こる現象です。反応前のコンポーネントの容積は通常、最終製品、つまり水和反応後のセメントの容積よりも大きくなります（図4）。自己収縮は湿潤状態でも起こる可能性があります、乾燥収縮は乾燥状態でのみ発生します。

容積変化の測定結果

図. 4



自己収縮が及ぼす影響

自己収縮が起こると、グラウト材接合部でスチールとグラウト材の間が剥離する可能性があり、その結果、洋上風力電力設備から基礎部分へ応力が伝わらなくなります。

収縮性評価

自己収縮は、オールバー大学で開発された手法を用いて測定しました。マスターフロー® 9500を混ぜた後、長さ約410mm、直径30mmのプラスチックの蛇管にグラウト材を充填し、管の両端をプラスチックストッパーで密封し、20℃

で温度管理された部屋に置きました。凝結終結の後、マイクロメーターを使用し、各試験サンプルの長さを時間関数として測定しました（図5）。

自己収縮を測定したマイクロメーター

図. 5

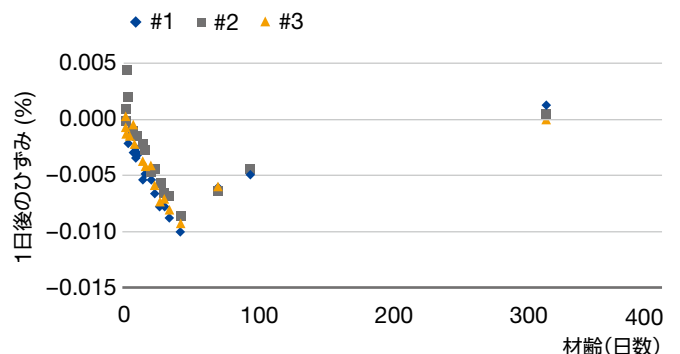


試験結果

マスターフロー® 9500の自己収縮の結果を、図6に示します。約1年後でも、自己収縮はゼロという測定結果になりました。最大自己収縮も、市場で入手可能な他の洋上グラウト材と比べ、ほんのわずかです。また、図6からは、マスターフロー® 9500の収縮補正効果がはっきりと示されています。

自己収縮の長期測定結果

図. 6





優れた疲労耐久性

動的荷重耐性

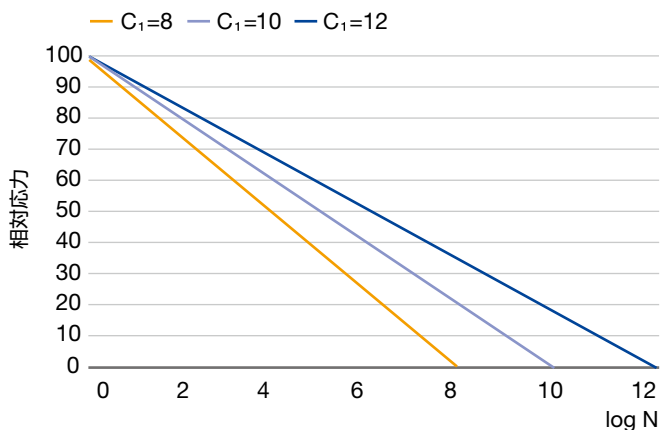
疲労耐久性とは、材料が繰り返し荷重にさらされた際に発生する、進行性かつ局所性の構造的な損傷に対する耐性です。公称最大応力値は破壊応力限度内であり、降伏応力限度内とすることが可能です。

疲労の発生

材料が载荷と除荷の繰り返しにさらされると疲労が発生します。载荷が特定の閾値を上回ると、微細な亀裂が形成され始めます。亀裂が次第に臨界のサイズに達すると、突如、構造物の破壊を引き起こします。洋上コンクリート構造物の設計基準DNV-OS-C502は、疲労寿命の予測において最大・最小応力水準を考慮する方法に関する設計ガイドラインを提供しています(図7)。

DNV-OS-C502に基づく疲労

図. 7



計算式の定義

疲労は以下の式に基づいて計算を行っています。

$$\log_{10} N = C_1 \cdot \frac{\left(1 - \frac{\sigma_{\max}}{C_5 \cdot f_{rd}}\right)}{\left(1 - \frac{\sigma_{\min}}{C_5 \cdot f_{rd}}\right)}$$

各項目の定義

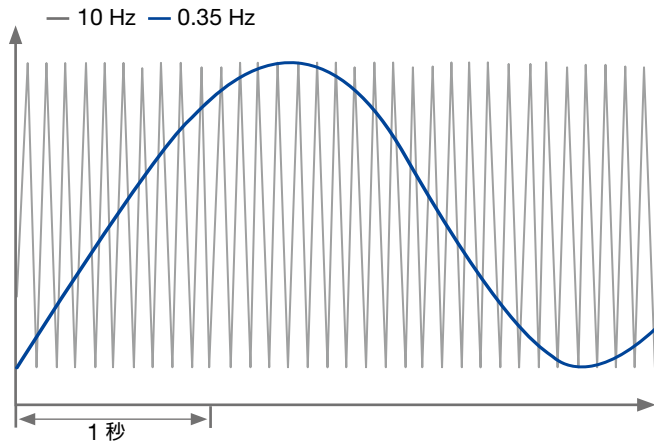
- $C_1 =$ 大気中の構造物の場合は 12
- $C_1 =$ 水中の構造物で、圧縮-圧縮領域において変動が発生する応力ブロックの場合は 10
- $C_1 =$ 水中の構造物で、圧縮-引張領域において変動が発生する応力ブロックの場合は 8
- $\sigma_{\max.} =$ 数値として最大の圧縮応力、各応力ブロック内の平均として計算
- $\sigma_{\min.} =$ 数値として最小の圧縮応力、各応力ブロック内の平均として計算(引張=0の場合)
- $C_5 =$ 各グラウト材固有の強度低下ファクター
マスターフロー® 9500の場合は $C_5 = 0.85$ を使用

繰り返し荷重下での測定結果

繰り返し載荷下でのマスターフロー® 9500の挙動を、直径60mm、高さ120mmの円柱状の試験サンプルを用いて調査しました。大気中、水中、両方の疲労耐久性の評価を行っています。洋上風力発電設備の基礎部分に対する波動の影響をシミュレーションするため、大気中で行った試験は高振動条件(10 Hz)で実施し、水中で行った試験は低振動条件(0.35 Hz)で実施しました(図8)。

大気中、水中の疲労耐久性

図. 8

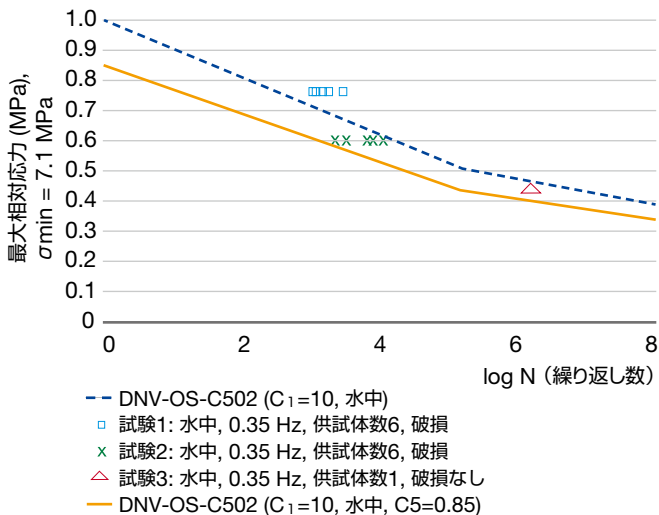


鉄筋コンクリートと同等の優れた結果

繰り返し載荷下での試験で観測した破断繰り返し数は、DNV-OS-C502に基づいた予測と一致しています(図9)。マスターフロー® 9500は、繰り返し載荷下でも鉄筋コンクリートと同等の優れた性能を示すと結論づけられます。試験の結果、鉄筋コンクリート向けのDNV-OS-C502における疲労寿命予測式を使って、疲労設計を実施できると結論づけられました。

疲労寿命の予測

図. 9



施工実績: リバプール湾(英国) - Gwynt Y Mor風力発電プロジェクト
モノパイル式で160機のタービンを設置、モノパイルとトランジション
ピースの間にマスターフロー® 9500を施工
グラウト材充填作業は2°Cでも良好に進みました。

@FoundOcean Ltd



施工実績: アイリッシュ海(英国) - West of Duddon Sands風力発電プロジェクト
モノパイル式で108機のタービンを設置、モノパイルとトランジションピースの間に
マスターフロー® 9500を施工
基礎設置とグラウト材充填は、たったの6か月という記録的な速さで完了しました。
@FoundOcean Ltd



MASTER BUILDERS ポゾリス®

マスタービルダーズ ポゾリス は、MBCC グループの専門性を結集させた日本におけるポゾリスソリューションズのブランドであり、建築及び土木構造物の新設、改修工事、メンテナンス、補修及びリフォーム向けの化学的ソリューションを創造しています。それは建設産業で1世紀以上にわたり培ってきた経験と知識が基盤となっています。

MBCC グループのグローバルな建設技術の専門的ノウハウと実績を活かし、MASTER BUILDERS ポゾリス®は自社独自のポートフォリオから最適な技術や製品を組み合わせ、様々な建設プロジェクトのソリューションをサポートしています。世界各国の建設ニーズに関する経験と豊富な知見を活かし、グローバルな技術連携によってお客様にさらなる成功をもたらすイノベーションを創出し、持続可能な建設事業を推進しています。

MASTER BUILDERS ポゾリス® ブランドの包括的な製品群は、コンクリート用混和剤、セメント添加剤、地下建設用化学ソリューション、防水材、シーリング材、コンクリート補修・保護材、高性能グラウト材、高性能床材で構成されています。





MASTER BUILDERS ポズリス®

マスターエア®

AEコンクリートのソリューション

マスターブレース**

コンクリート強化のソリューション

マスターキャスト®

コンクリートブロック製品のためのソリューション

マスターセム**

セメント製造のソリューション

マスターエマコ®

コンクリート補修のソリューション

マスターイス®

施工性改善のためのソリューション

マスターフィニッシュ®

型枠作業に向けたソリューション

マスターフロー®

精密グラウトのソリューション

マスターファイバー®

繊維補強コンクリートのソリューション

マスターグレンウム®

高い流動性を持つコンクリートのソリューション

マスターインジェクト**

コンクリート注入のソリューション

マスターキュアー®

コンクリート養生のソリューション

マスターライフ®

耐久性強化のソリューション

マスターマトリックス®

自己充填コンクリート
レオロジー調整のためのソリューション

マスターベル®

止水コンクリートのソリューション

マスターポリヒード®

高機能汎用コンクリートのソリューション

マスターボズリス®

汎用的なコンクリートのソリューション

マスタープロテクト®

コンクリート保護のソリューション

マスターレオビルド®

流動性を持つコンクリートのソリューション

マスターレオシュア®

優れたレオロジー保持のためのソリューション

マスターロック®

地下構造物向けのソリューション

マスターシール®

防水とシーリングのソリューション

マスターセット®

凝結遅延コントロールのソリューション

マスターシュア®

ワーカビリティ改善のソリューション

マスタートップ®

産業床および商業床のソリューション

マスターエックスシード®

コンクリート用
最先端早強剤のソリューション

ユークリート®

厳しい環境下の床材ソリューション

**日本未発売

本商品についてのお問い合わせは：全国共通フリーダイヤル 電話 0120-300-590 / ファックス 0120-200-314

ポズリス ソリューションズ株式会社

本社 〒253-0071 神奈川県茅ヶ崎市萩園2722 (代) TEL 0467-84-9640 / FAX 0467-84-9648

www.master-builders-pozzolith.com



LINE公式アカウント

- ®の製品は世界各国におけるMBCCグループの登録商標です。
- ここに記載された事項は、標準的な試験法に準拠した弊社の実験データにもとづくものでありますが、多岐にわたる条件下での実際の現場結果を確実に保証するものではありません。
- 万が一本資料に提示する以外の方法や分野で本商品をご使用頂く場合には、ご使用者側にて調査検討下さいませようお願い致します。
- 本記載事項は、新しい知見により予告なく変更する場合がございますのでご了承ください。
- ポズリス ソリューションズ(株)は、ISO9001品質マネジメントシステムの認証を取得しています。

20200930.01



A brand of
MBCC GROUP