

超高強度繊維補強コンクリート製高耐久性薄肉埋設型枠

ダクトアルフォーム®



(財) 土木研究センター 建設技術審査証明 建技審証 0124号

ダクトアルフォーム[®]とは

近年、環境負荷低減の観点からコンクリート構造物のライフサイクルコストの縮減が望まれています。このようなニーズに対応する為、超高強度繊維補強コンクリート「ダクトアル[®]」を使用した高耐久性薄肉埋設型枠「ダクトアルフォーム」が開発されました。

ダクトアルフォームをコンクリート構造物に適用することで、構造物の長寿命化、維持管理費の縮減を実現することができます。ダクトアルフォームは既に多くの施工実績があり、その性能が優れていることが証明されています。

■超高強度繊維補強コンクリート「ダクトアル」とは

ダクトアル[®]は、土木学会発刊「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案）」に準拠する材料で、強度および耐久性に優れた特長を有します。

部材の製造には標準配合粉体であるプレミックスを用いるため、製造工場のロケーションに関係なく高品質な製品となります。

■建設技術審査証明

ダクトアルフォームの優れた性能が認められ、(財)土木研究センターにおいて建設技術審査証明を取得しています。



ダクトアルフォーム[®]の特長

- 1 耐久性** 中性化、塩害、凍害および磨耗等の経年劣化に対して極めて高い特性を有しています。
- 2 強度特性** コンクリート打設時の側圧等の荷重に耐える十分な曲げ強度、剛性を有しています。
- 3 一体性** 打設されたコンクリートと一体化し、鉄筋のかぶりとして考慮できるとともに、圧縮部材の有効断面として適用できます。
- 4 施工性** 運搬、組立が容易で、必要に応じて加工が可能です。

これらの特長を活かし、様々な劣化作用を受けるコンクリート構造物（橋梁上下部工、栈橋、防波堤、ダム、越流堰、トンネル等）の耐久性を高めることができます。

また、施工の合理化、省力化および急速施工などの目的のためにも使用できます。

ダクトフォーム®の種類

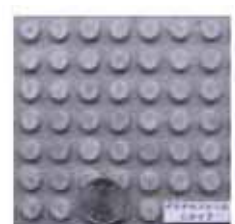
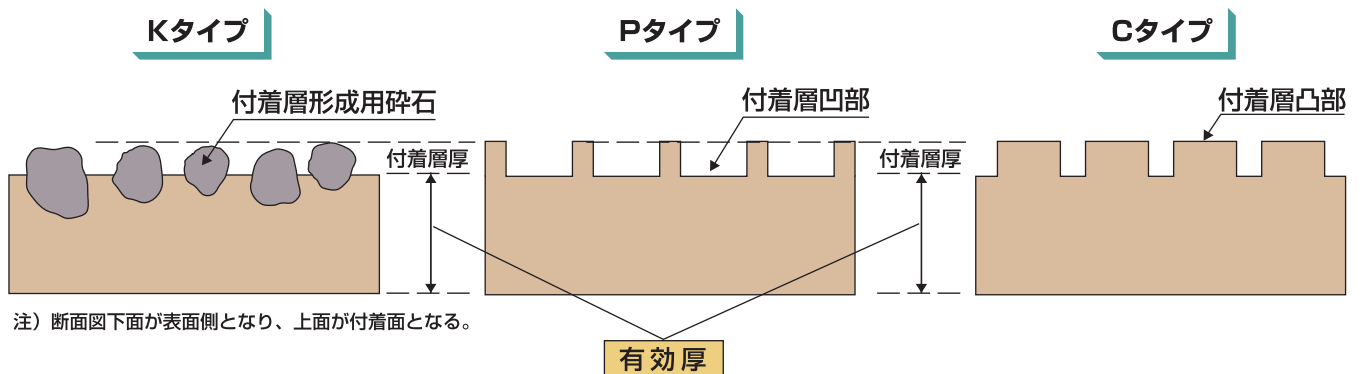
ダクトフォームは使用する専用繊維により2種類があります。
鋼繊維を使用したものをダクトフォームFM、有機繊維を使用したものをダクトフォームFOとしています。

ダクトフォームの種類

呼び名	DF20	DF25	DF30	DF40	DF50	
有効厚 (mm)	20	25	30	40	50	
付着層厚 (mm)	3~10					
質量 (kg/m ²)	Kタイプ	52~56	64~69	76~82	100~108	124~134
	Pタイプ	51~67	64~79	76~92	101~117	126~142
	Cタイプ	51~70	64~83	76~95	101~120	126~145
幅×長さ (m)	設置箇所に合せて任意の形状のものが製造可能です。					

注) ※ダクトフォームの全厚=付着層厚+有効厚

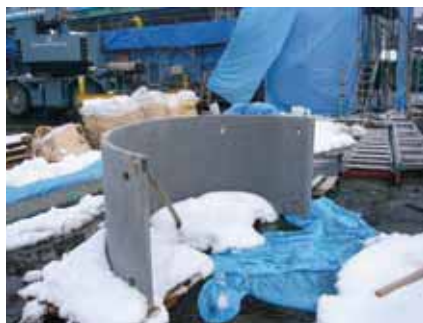
断面形状



部材形状の例



平板部材



曲面部材



ハンチ部材

ダクトフォーム®の設計手法

設計の詳細に関しては「建設技術審査証明報告書Ⅲ. 付属資料 2.ダクトフォーム使用マニュアル」をご参照ください。

■ダクトフォームの強度特性と設計用値

		ダクトフォームFM	ダクトフォームFM Type S	ダクトフォームFO
		鋼繊維	ステンレス鋼繊維 (SUS304)	有機繊維
特性値	圧縮強度 (N/mm ²)	180	180	130
	曲げ強度 (N/mm ²)	22.5	22.5	15.0
ヤング係数 (N/mm ²)		50	50	45
ポアソン比		0.2		
単位体積質量 (kg/m ³)		2,550	2,550	2,410
主な用途		建設工事で全般に使用される部材等	建設工事の中で主として海洋環境下で使用される部材等	建設工事の中でも主に建築用部材、あるいは意匠性部材等

ダクトフォームは下表の値を用いて板材として設計します。

○許容曲げ応力度

試験方法	単位	ダクトフォームFM	ダクトフォームFM Type S	ダクトフォームFO
許容曲げ応力度	N/mm ²	15	15	10

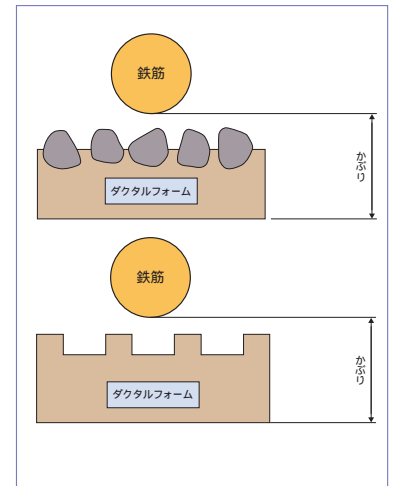
■かぶり

ダクトフォームは、土木学会「コンクリート標準示方書」に規定される品質の確認された保護層とみなされます。

従ってダクトフォームを厳しい腐食性環境下において適用する場合においても、かぶり厚は下表の値とすることができます。

○最小かぶり厚 (mm)

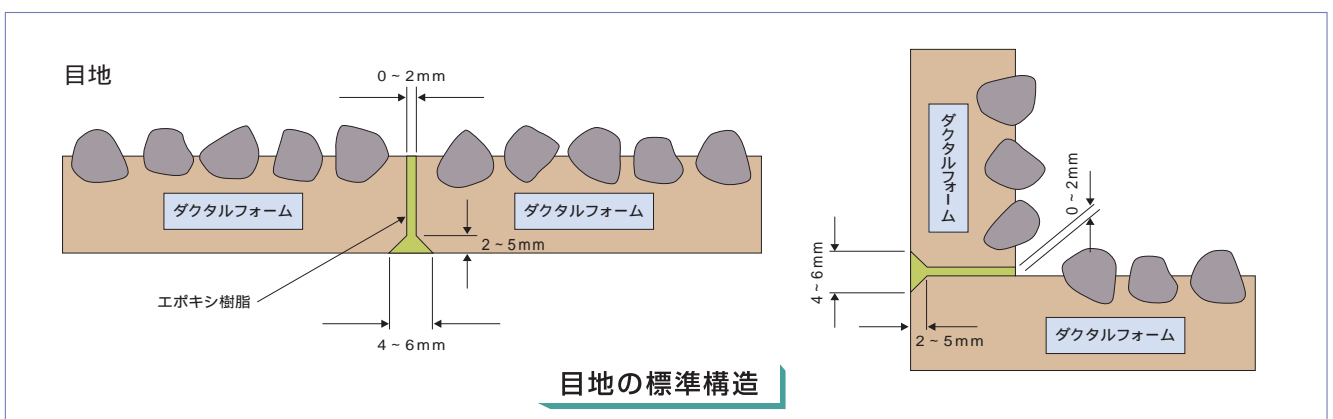
部材	最小値
スラブ	25
はり	30
柱	35



ダクトフォーム®の目地構造

- 目地の位置や間隔は任意にとることができます。
- ダクトフォームの目地は突合せ構造を標準とします。

注) 目地材にエポキシ樹脂系接着剤を使用する場合、硬化後の性状は土木学会基準「プレキャストコンクリート用エポキシ樹脂系接着剤 (橋げた用) 品質規格 (案)」に適合するものを標準とします。なお硬化前の性状に関しては施工性等を考慮して適切に定めるものとします。

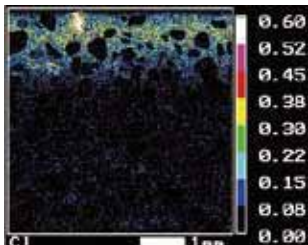


ダクトフォーム®の耐久性

ダクトフォームは様々な劣化作用に対して高い耐久性を有し、構造物の長寿命化を図ることができます。

■耐塩害性

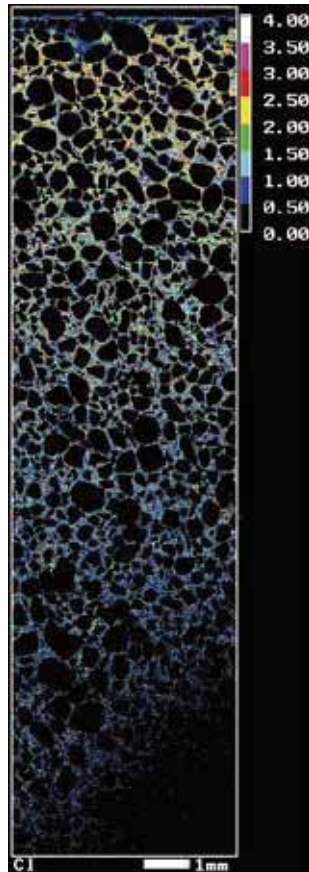
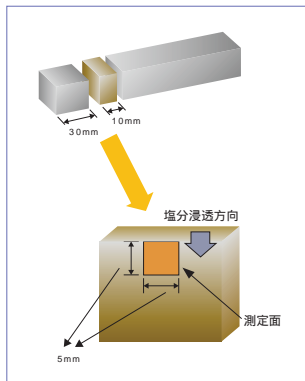
海洋環境を想定した試験の結果、ダクトフォームの高い耐塩害特性が確認されました。



ダクトフォーム

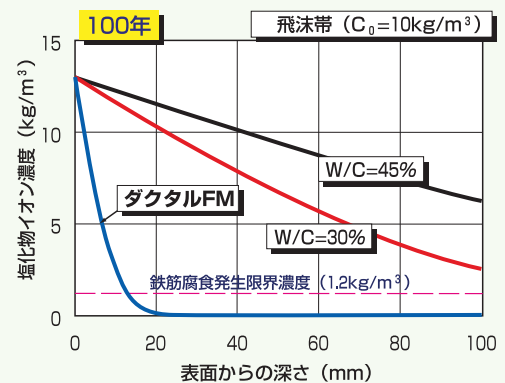
人工海水に6ヶ月間浸漬後の塩化物イオン浸透状況。ダクトフォームの塩化物イオンの浸透深さは普通コンクリートの1/10。

○ EPMA測定試料：10×10×40cm



普通コンクリート

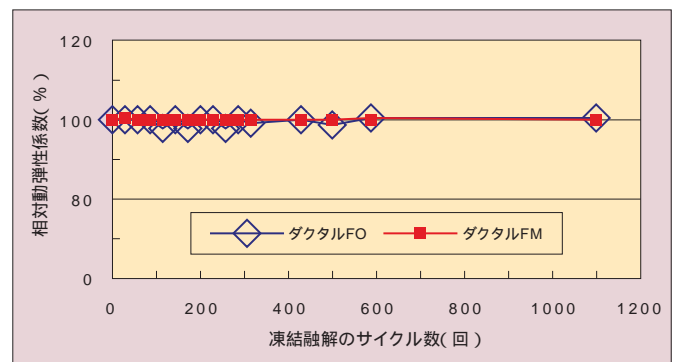
ダクトFMとコンクリート100年経過後までの塩化物イオン浸透予測



JSCE-G572 (土木学会規格)の方法によって見掛けの塩化物イオンの拡散係数を求め、100年後(飛沫滞留環境下)の塩化物イオンの濃度分布をシミュレーションしたものです。ダクトを用いた場合、鋼材腐食発生限界濃度(1.2kg/m³)となる塩化物イオンの浸透深さは、普通コンクリートの約1/10~1/20となっています。これにより、コンクリート構造物の断面縮小と長寿命化が期待されます。

■凍結融解抵抗性

JIS A 1148による凍結融解抵抗性試験の結果、相対動弾性係数および重量の低下は認められませんでした。ダクトフォームは、寒冷地の厳しい条件においても十分な耐久性が確保できます。



■中性化

ダクトフォームを用いることによって、中性化による鉄筋の発錆を防ぐことができ、構造物の信頼性が向上します。

- 試験結果：中性化深さ0
- 試験方法：フェノールフタレイン溶液を噴霧し、変色しない部分を測定。
- 条件：温度20℃、湿度60%、CO₂ガス濃度5%



中性化速度係数Kc(mm/year^{1/2})

普通コンクリート (C30)	高強度コンクリート (C80)	ダクトフォーム
2.3	0.4	測定限界以下

ダクトフォーム®の耐久性

■耐摩耗性

ダクトフォームの高い耐摩耗性によって、構造物の延命化を図ることができます。

○各試験に用いた供試体の圧縮強度

種類	圧縮強度 (N/mm ²)
ダクトフォームFM	214
ダクトフォームFM type S	221
ダクトフォームFO	147
高強度コンクリート	38~45
花崗岩	260

○ ASTM C 779による試験結果 (60分のすり減り深さ変化)



ダクトフォームFM



ダクトFM type S



ダクトフォームFO



高強度コンクリート



花崗岩

試験方法	ダクトフォームFM	ダクトフォームFM type S	ダクトフォームFO	高強度コンクリート	花崗岩
ASTM C 779	0.39	0.47	0.59	1.00	0.22~0.39

※数値は普通コンクリートに対する比率

○ ASTM C 418による試験結果



ダクトフォームFM



ダクトフォームFO



普通コンクリート

ASTM C 418試験機



試験方法	単位	ダクトフォームFM	ダクトフォームFO	普通コンクリート
ASTM-C-418	cm ³ /cm ²	0.011	0.023	0.074

■鋼球落下衝撃磨耗試験

鋼球 (1.5kg) を3000回まで自由落下させた際の凹部体積を測定しています。普通コンクリートに比べ5倍程度の強さを有しています。



ダクトフォームFM

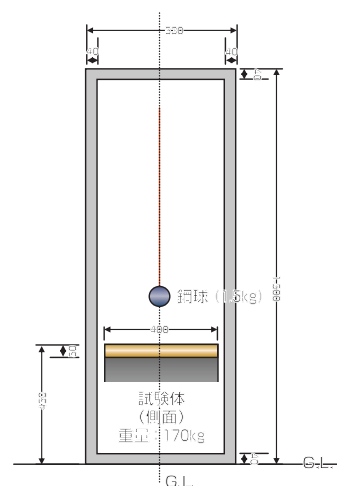


ダクトフォームFO



普通コンクリート

	ダクトフォームFM	ダクトフォームFO	普通コンクリート
凹部体積 (cm ³)	60	83	275

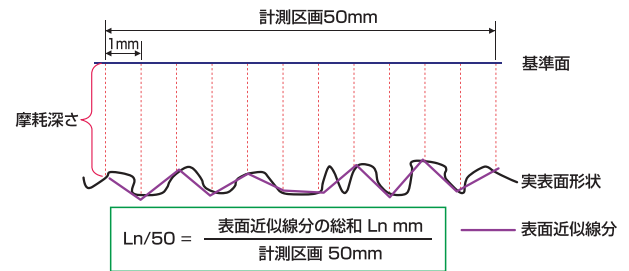


■水流磨耗試験

独立行政法人農村工学研究所にてダクトルの水流磨耗試験を実施しました。磨耗量はモルタル供試体の1/10~1/2、表面粗さ指標Ln/50は **1.02** であり、磨耗抵抗性に優れ、粗度係数の変化が極めて小さいことが判明しました。

試験条件

項目	条件
高圧水噴射圧力	4.5MPa
高圧水噴射水量	23.5 ℓ /min
ドラム回転速度	30rpm
ノズルの噴射水扇状角度	40°
供試体寸法	296×142×60mm



ダクトルの表面粗さ指標 Ln/50 = **1.02**



試験開始前



100hr経過時



300hr経過時



終了時 (672hr)



ダクトルフォーム®の粗度係数

■粗度係数

独立行政法人農村工学研究所でダクトルフォームの粗度係数試験を実施しました。

その結果、粗度係数は0.012以下で従来の通水能力が高いことが明らかになりました。

ダクトル**0.012以下** < コンクリート0.013~0.015



開水路試験

ダクトフォーム®の施工手順案（新設の場合）

ダクトフォームのセパレーター仕様の新設構造物への施工手順例。

注) 安全対策として、アンカー筋等による機械的な固定を併用することを推奨します。

ダクトフォームの検査

運搬

敷並べ・目地処理

縦・横支保工取付、固定

吊り込み・建込み

突合せ部目地処理

仮設置

支保工固定

コンクリート打込み

支保工取り外し

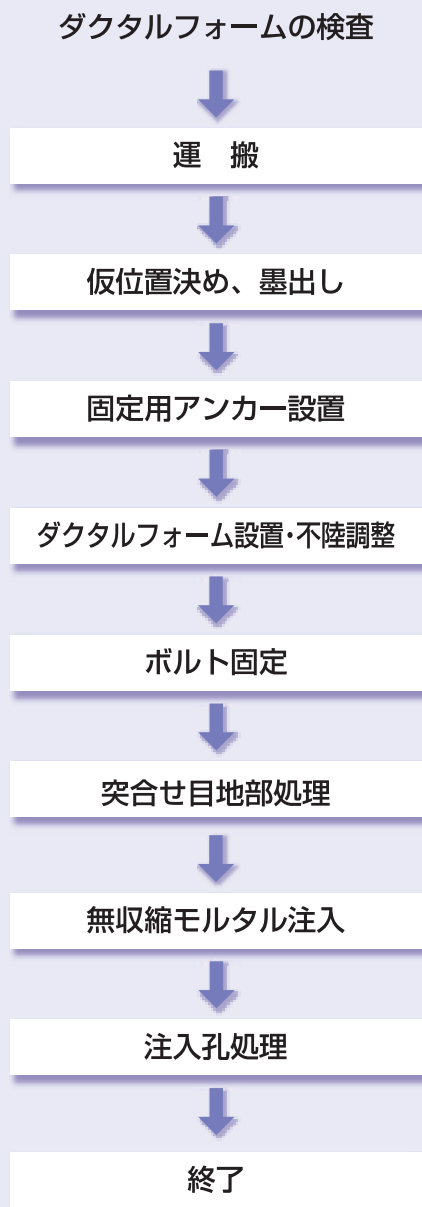
セパレーター穴処理

終了



ダクトフォーム®の施工手順案（補修の場合）

ダクトフォームの構造物補修での施工手順例。



①不陸調整

既存コンクリート等が極端に損傷している場合、捨てコンクリートや無収縮モルタル等を流し込み不陸の調整を行う。

捨てコンクリートやモルタルにて不陸の調整



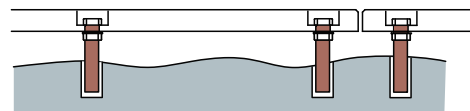
②固定アンカーの設置

所定位置に樹脂カプセル等を用いて固定用アンカーを設置



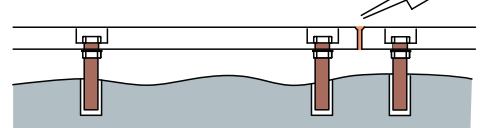
③ダクトフォームの設置

高さ調整ボルトやナット等を用いてダクトフォームの不陸に注意しながら所定位置に設置を行う。



④目地部の処理

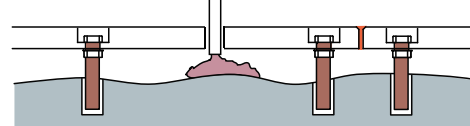
ダクトフォーム間の目地部の処理をエポキシ樹脂系接着剤等で実施する。



⑤裏込め注入

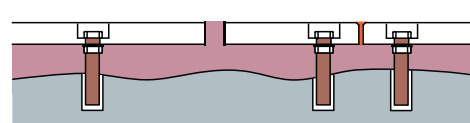
ダクトフォームに設けた注入孔より無収縮モルタル等を流し込む

裏込め注入：無収縮モルタル



⑥仕上げ

注入孔を目地部処理材または無収縮モルタル等で処理を行う



ダクトフォーム®の施工例

■ 棧橋への適用

発注者：国土交通省 北陸地方整備局

参考部材寸法：t=25mm



■ 頭首工への適用

発注者：新潟県 新潟地域振興局

参考部材寸法：t=50mm



■ 橋脚への適用

発注者：国土交通省 四国地方整備局

参考部材寸法：t=30mm



■ 橋脚への適用 〈耐磨耗・耐塩害被覆パネル〉

発注者：中日本高速道路株式会社 金沢支社

参考部材寸法：曲面部材

1000×950mm等 t=50mm



ダクトフォーム®の施工例

橋梁への適用

発注者：国土交通省 中国地方整備局
参考部材寸法：t =25mm



新幹線高架橋への適用

発注者：独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構
参考部材寸法：t =25mm



魚道への適用 <耐摩耗魚道ブロック、隔壁パネル>

発注者：国土交通省 関東地方整備局
参考部材寸法：多 種
魚道ブロック型枠、平板パネル



橋梁への適用 <補強・保護パネル>

発注者：長崎県島原市
参考部材寸法：曲面部材
2200×2000mm t =30mm



橋梁さや管工事への適用

発注者：東日本旅客鉄道株式会社
東北工事事務所
参考部材寸法：平板部材
900×1800mm t =15、40mm





太平洋セメント株式会社

お問い合わせ先 セメント事業本部 営業部 特殊コンクリートグループ
〒135-8578 東京都港区台場二丁目3番5号 台場ガーデンシティビル
Tel(03) 5531-7370 Fax(03) 5531-7574
E-mail アドレス : ductal@taiheiyo-cement.co.jp
ホームページアドレス : <http://www.taiheiyo-cement.co.jp/ductal/>



注意

- ダクトルフォーム FM には、金属繊維が使用されています。お取り扱いに際しましては、保護具等着用の徹底、適切な運搬作業など安全対策を施してください。

※カタログ掲載商品の仕様等は、改良のため予告なく変更することがあります、あらかじめご了承ください。

※記載の名称は商標または登録商品です。

サブライセンシー