

# Ductal®

**UFC** (Ultra High Strength Fiber Reinforced Concrete) <超**高強度繊維補強**コンクリート>



 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

ダクトルについてのお問い合わせURL

<http://www.taiheiyō-cement.co.jp/ductal/>



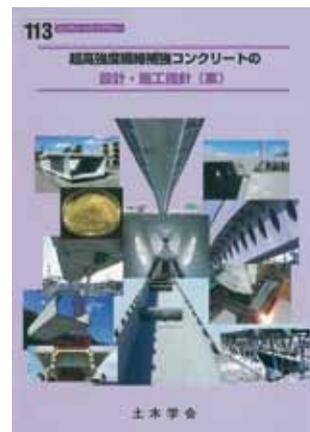
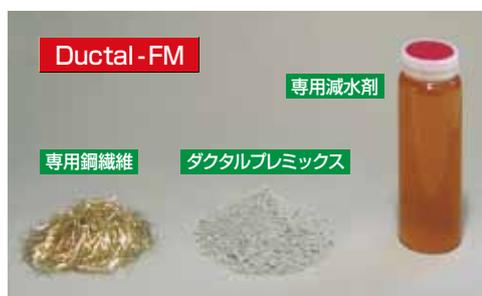
ダクトル（「DUCTAL」：登録商標）は、強度、耐久性及びじん性に優れた超高強度繊維補強コンクリート（UFC:Ultra High Strength Fiber Reinforced Concrete）です。

ダクトルを使用することにより、部材の軽量化による施工の合理化が図れること、形状の自由度が高く意匠性に優れた部材の実現が可能といったメリットがあります。また、耐久性も極めて高く、メンテナンスの上で有利となり、構造物の新設だけでなく補修・補強分野においても使用されています。

## ダクトルフルプレミックス

ダクトルフルプレミックスは、ダクトルプレミックス、専用繊維及び専用減水剤で構成されています。ダクトルプレミックスは「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)：土木学会」に規定される標準配合粉体です。セメントを基材として各種の厳選された材料を使用し、厳重な品質管理体制のもとで製造されています。ダクトルプレミックスを使用することによって配合設計の作業が省略でき、品質の安定した部材の製造が可能となります。

専用繊維として鋼繊維を使用する **ダクトルFM (Fiber Metallic)** と有機繊維を使用する **ダクトルFO (Fiber Organic)** があり、使用用途に応じて選択することができます。



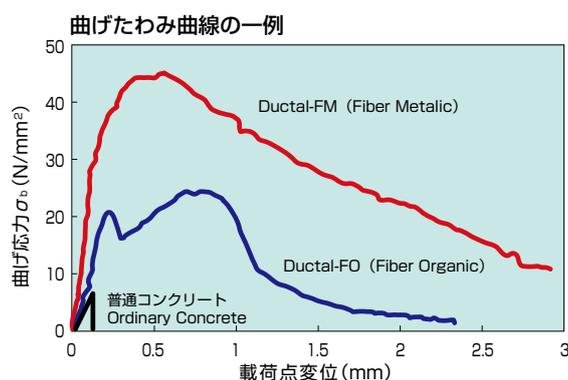
## ダクトルの性能

標準配合粉体であるダクトルプレミックスを用い、標準熱養生（90℃ 48時間の蒸気養生）を行うことにより密実な硬化体が得られます。ダクトルの優れた性能は、通常のコンクリートとは大きく異なり、力学的特性や耐久性等の材料特性において顕著に現れます。超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)においては、その性能の高さから、設計耐用期間は100年（ダクトルFM）を標準としてよいと定義されています。

### ●土木学会指針(案) 超高強度繊維補強コンクリート 設計用値

項目	単位	設計値*	ダクトルFO参考設計値
密度	g/cm <sup>3</sup>	2.55	2.41
圧縮強度	N/mm <sup>2</sup>	180	130
引張強度	N/mm <sup>2</sup>	8.8	2.5
ひび割れ発生強度	N/mm <sup>2</sup>	8	7.0
ヤング係数	kN/mm <sup>2</sup>	50	45
ポアソン比	—	0.2	0.2
クリープ係数	—	0.4	0.6

※上記設計用値はダクトルFMの設計用値となります。



## 耐久性

ダクトルの透水係数・透気係数・塩化物イオンの拡散係数は、通常のコンクリートに比べていちじるしく小さく、物質移動に対する抵抗性は極めて高いといえます。

### ●超高強度繊維補強コンクリート (Ductal-FM) の物質移動に関する諸物性

	超高強度繊維補強コンクリート	通常のコンクリート
水セメント比	0.24以下	0.3～0.6
透気係数	10 <sup>-19</sup> m <sup>2</sup> 以下	10 <sup>-17</sup> ～10 <sup>-15</sup> m <sup>2</sup>
透水係数	4 × 10 <sup>-17</sup> cm/s	10 <sup>-11</sup> ～10 <sup>-10</sup> cm/s
塩化物イオンの拡散係数	0.0019cm <sup>2</sup> /年	0.14～0.9cm <sup>2</sup> /年
空隙率	約4vol.%	約10vol.%

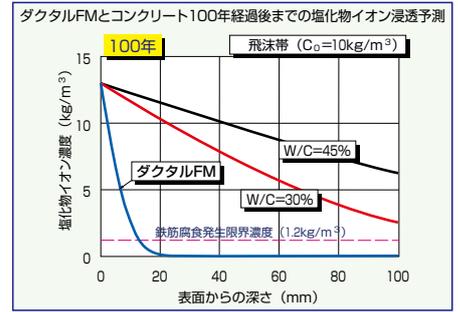
超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)より

## 耐塩害性

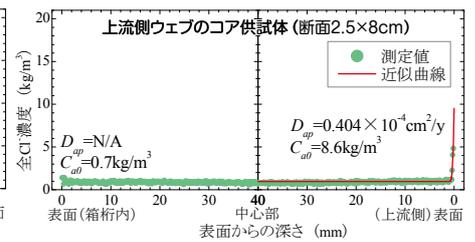
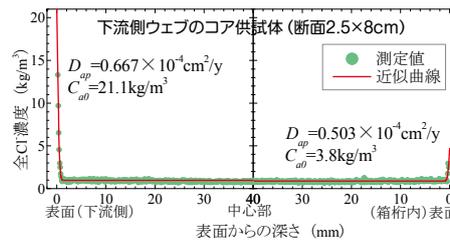
海洋環境を想定した試験の結果、ダクトルの高い耐塩害特性が確認されました。

- JSCE-G572 (土木学会規格) の方法により見掛けの塩化物イオンの拡散係数を求め、100年後(飛沫滞環境下)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。

鋼材腐食発生限界濃度 ( $1.2\text{kg/m}^3$ ) 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  $1/10 \sim 1/20$  となります。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。



- 日本で初めてUFC「ダクトル」が適用されたプレストレスト歩道橋「酒田みらい橋 (2002年10月竣工)」の実橋のウェブ部材から採取したコア供試体の塩化物イオンの浸透深さは、10年経過時で1mm程度と極めて小さいものであり、ダクトルが長期耐久性を有する材料であることが実証されました。



採取したコア供試体の断面における全塩化物イオン濃度分布

## 耐磨耗性

優れた耐磨耗性能により、構造物の延命化を図ることができます。

- 試験例：ASTM-C-418



試験装置



ダクトル-FM  
 $0.011\text{cm}^3/\text{cm}^2$



ダクトル-FO  
 $0.023\text{cm}^3/\text{cm}^2$

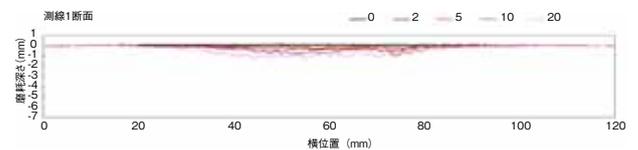
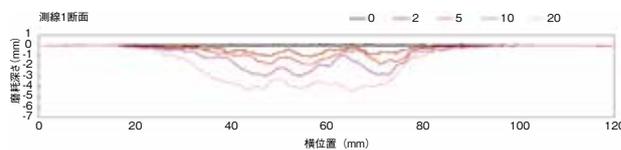


高強度コンクリート  
 $0.074\text{cm}^3/\text{cm}^2$

- 試験例：水砂噴流摩耗試験 (島根大学委託)

試験方法：供試体を回転ドラムに設置し、ドラム回転数30rpmで上部に設置された噴射口から供試体に2.0MPa、88.9L/minの珪砂混入圧力水を20時間噴射しました。(パネル工法は所定試験時間：20時間)

20時間噴射後のダクトルFMの平均摩耗深さは0.96mm、ダクトルFOの平均摩耗深さは1.41mmでした。



## 粗度係数

旧(独)農村工学研究所にてダクトルの粗度係数試験を実施しました。

実施場所：頭首工第一実験棟可変勾配水路

水路勾配：1/500

粗度係数算定結果：

ダクトル(鋼製型枠を使用して部材を製造) 0.00870(水深0.3m以上の値)

ダクトル(アクリル製型枠を使用して部材を製造) 0.01015(水深0.3m以上の値)

上記の結果からダクトルの粗度係数としては0.012以下であり従来の材料を用いた場合に比べ通水能力が高いことが明らかになりました。



# ダクトル施工例

## ■ルーバー・ファサード

流し込み成形により直線基調な部材はもちろん、曲面部材も製造が可能です。  
陽射が比較的強い地域を中心とし事例が増えています。

件名：八重山庁舎



件名：沖縄県免許センター



件名：沖縄ITパーク・中核機能支援施設



件名：沖縄市内 中学校



件名：沖縄県薬剤師会館



## ■耐震壁用ブロック

建築技術性能証明取得工  
GBRC 03-04 号改 6



写真提供：戸田建設株式会社

建築技術性能証明取得工  
GBRC 06-24 号改



写真提供：八王子エルシィ、㈱奥村組

## ■デッキ・浮床

ウッドデッキ調に加工した床版です。高い緻密性により型枠面を忠実に再現できるので、木目模様やすべり止め模様など様々な意匠がつけられます。他の材料と比べ、紫外線劣化や腐食等の心配がありません。

表面模様 例



設置場所：埼玉県



設置場所：沖縄県



設置場所：東京都



設置場所：東京工業大学



## ■ベンチ



# ダクトル施工例

## ■プレストレスト構造

ダクトルにプレストレストを導入することにより、超高強度を有効に活用した理想的な構造となります。プレストレストダクトルに関する詳細は“PCダクトル研究会 (<http://pcductal.com>)”をご参照ください。

場 所：東京都



場 所：東京都



写真提供：羽田再拡張D滑走路JV

場 所：愛知県



場 所：神奈川県



場 所：三重県



場 所：山形県  
名 称：酒田みらい橋



日本初の超高強度繊維補強コンクリートを用いた歩道橋である“酒田みらい橋”は2002年の竣工から18年(2020年1月現在)を迎えました。長期の耐久性確認のため、10年目、15年目経過時に各種試験を実施し、高い耐久性を有していることを確認しております。

## ■歩道床版

強度や剛性が高いことから、軽量でデザイン性の高い床版部材が可能となりました。また塩害や中性化、凍結融解等の劣化要因対に対する抵抗性が優れているため。ミニマムメンテナンスで長期の供用が可能となります。

写真提供：浅野学園  
設計：空間構想 川添善行  
施工：東亜建設工業



## ■鉄道用高欄

2006年3月 公益財団法人 鉄道総合技術研究所により“超高強度繊維補強コンクリート「ダクトル」を用いた薄肉軽量鉄道壁高欄の性能評価試験に関する技術指導”報告書が発行されました。ダクトル製高欄は本報告書に基づき設計されています。



## ■その他 景観部材

場 所：東京都



# Memo



A series of horizontal lines for writing, starting below the 'Memo' header and extending across the page.

## ■耐衝撃等 複合要因対策

塩害や摩耗等、コンクリートの老化因子に対しダクトルフォームを表面に設置することで構造物を保護することができます。

発注機関：民間発電所



発注機関：中日本高速道路(株)金沢支社



発注機関：北海道開発局



# ダクトルフォーム・ダクトルパネルの施工例

## ■ 摩耗対策

優れた耐摩耗性や耐衝撃性を有しているダクトルフォームは、砂や礫によるアタックに対し、表面で構造物を守ります。

発注機関：北海道開発局



発注機関：民間発電所



発注機関：北海道開発局



発注機関：石川県



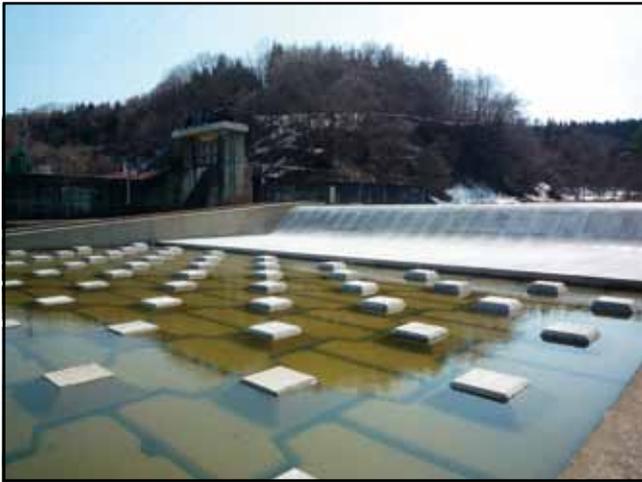
発注機関：静岡県



発注機関：中国四国農政局



発注機関：東北農政局



発注機関：東海農政局



## ■ 塩害対策

優れた遮塩性を有したダクトアルフォームは、海岸部近くの構造物の保護パネルとして適用されています。

発注機関：大分県



発注機関：東京都



発注機関：（独）鉄道建設・運輸施設整備支援機構



# ダクトアルフォーム

## ダクトアル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. ダクトアルフォーム使用マニュアル」をご参照ください。

### ■ダクトアルフォームの強度特性と設計用値

特性値		ダクトアルフォームFM	ダクトアルフォームFMTypeS	ダクトアルフォームFO
		鋼繊維	ステンレス鋼繊維 (SUS304)	有機繊維
圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	180	180	130
	曲げ強度 (N/mm <sup>2</sup> )	22.5	22.5	15.0
ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )		50	50	45
ポアソン比				
単位体積質量 (kg/m <sup>2</sup> )		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課下で使用される部材等	建設工事の中でも主二建築用部材、あるいは意匠性部材等

ダクトアル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	ダクトアルフォームFM	ダクトアルフォームFMTypeS	ダクトアルフォームFO
許容曲げ応力度	N/mm <sup>2</sup>	15	15	10

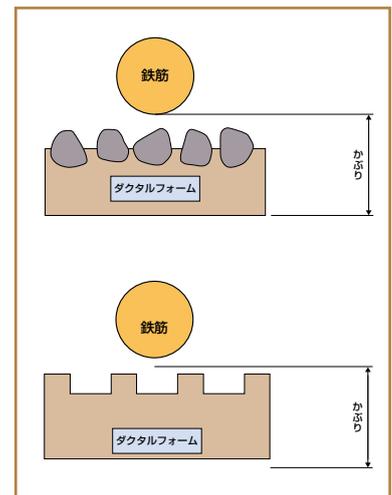
### ■かぶり

ダクトアルフォームは、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。

従ってダクトアルフォームを厳しい腐食性環境下に置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。

#### ○最少かぶり厚(mm)

部材	最小値
スラブ	25
はり	30
柱	35

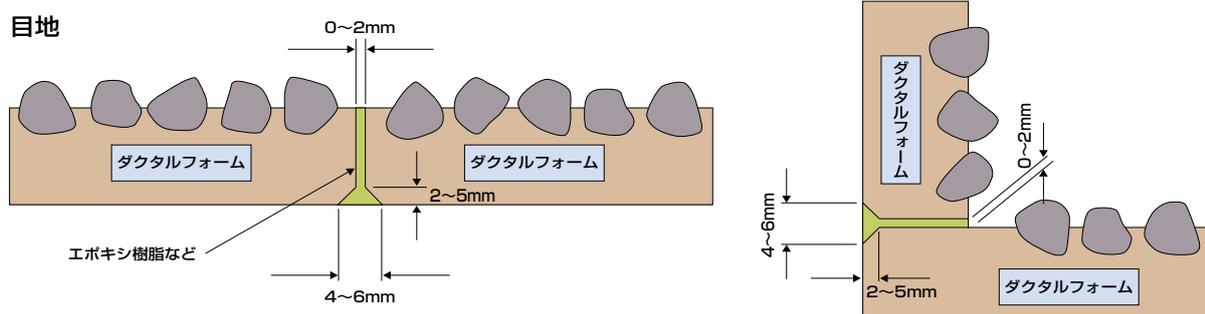


## ダクトアルフォームの目地構造

- ・目地の位置や間隔は任意にとることができます。
- ・ダクトアル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。

### 目地の標準構造例



## ダクトフォームの施工手順案（新設の場合）

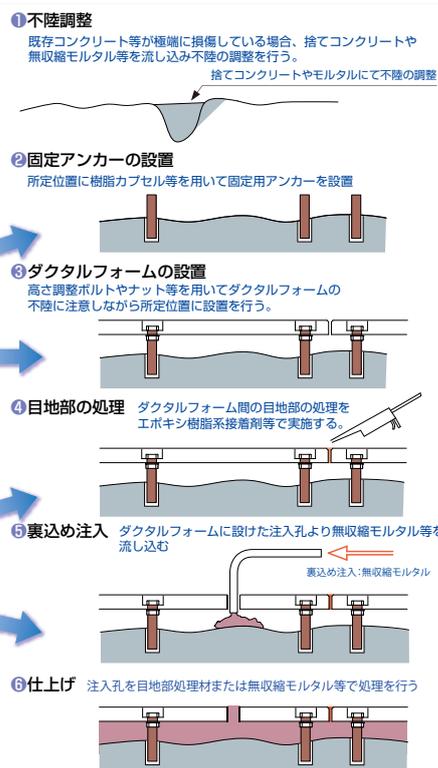
ダクトフォームのセパレーター仕様の新設構造物への施工手順例。



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。



# ダクトアルフォーム

## 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のぞまれています。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。

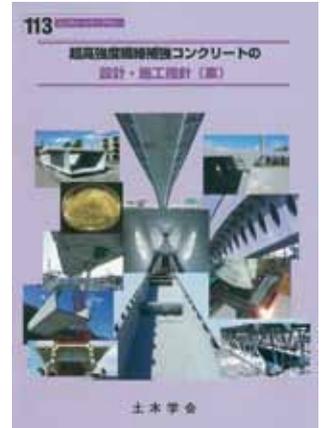
### ■ 超高強度繊維補強コンクリート「ダクトアル」とは

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。

「ダクトアル」および「ダクトアルフォーム」の耐久性に関するデータは土木学会発刊「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)」をご覧ください。

## ダクトフォームの種類

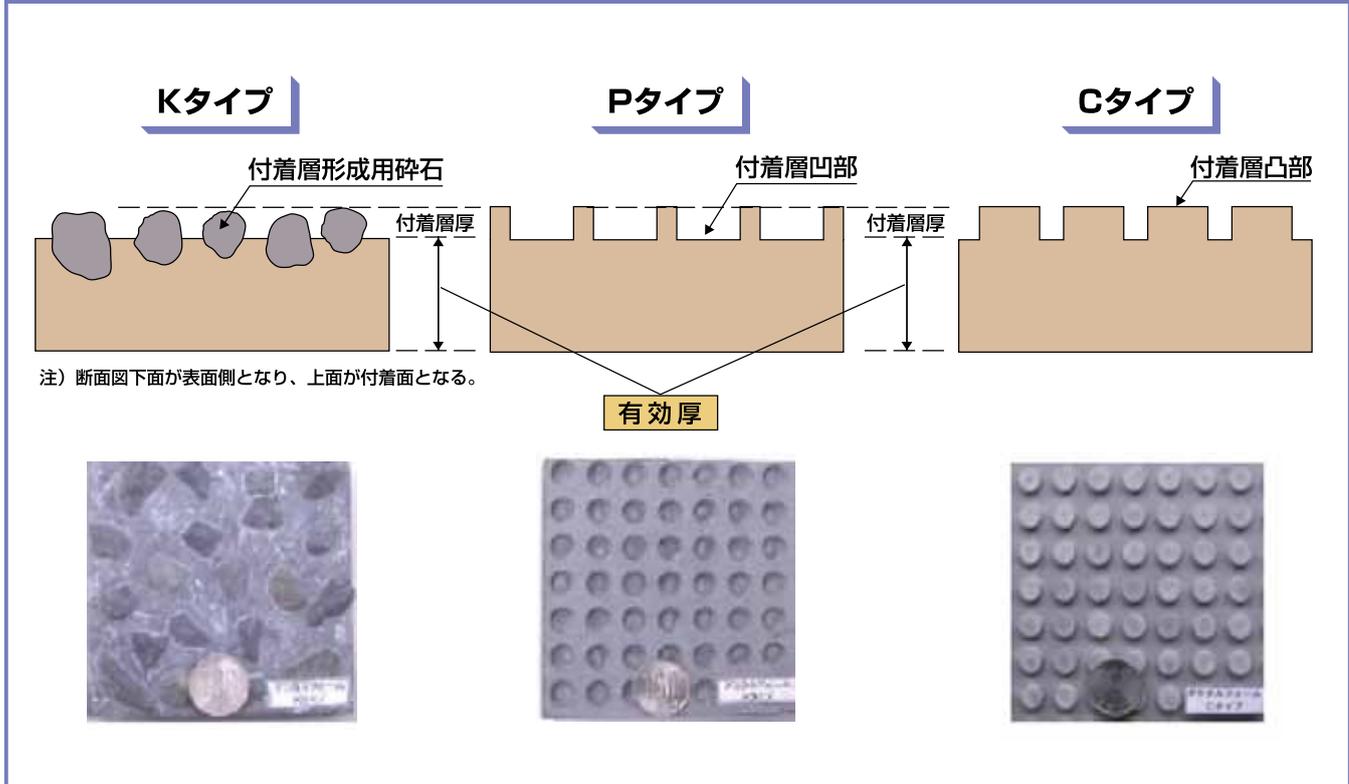
ダクトフォームは使用する専用繊維により2種類があります。  
鋼繊維を使用したものをダクトフォームFM、有機繊維を使用したものをダクトフォームFOとしています。

### ダクトフォームの種類(例)

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 <sup>2</sup> )	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



### ダクトフォームの部材形状の例



平板部材



曲面部材



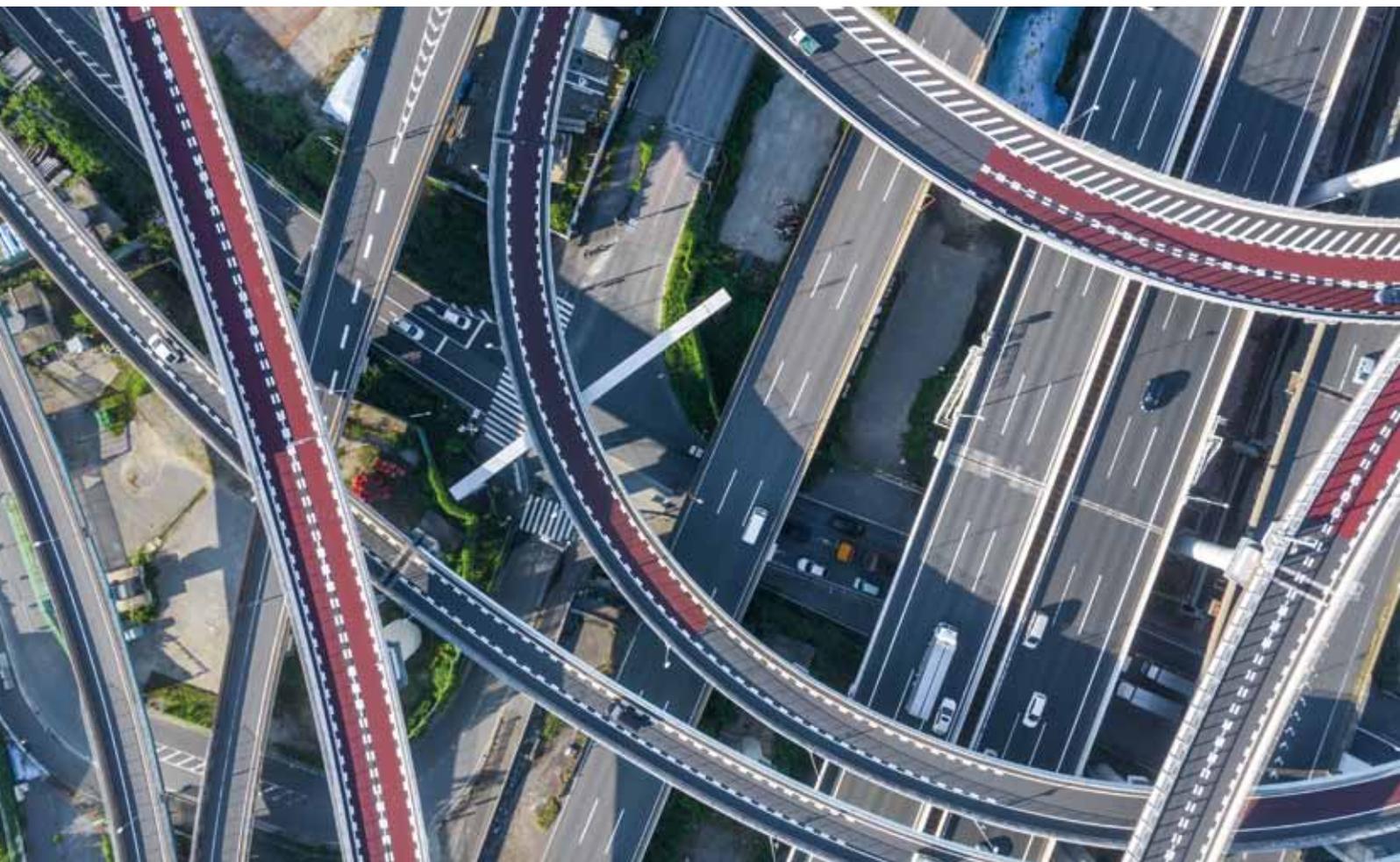
ハンチ部材

<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>

Ductal®

# ダクトアルフォーム

**UFC** (Ultra High Strength Fiber Reinforced Concrete) <超高強度繊維補強コンクリート>



(一財)土木研究センター 建設技術審査証明 建技審証0124号  
ARIC 農業農村整備民間技術データベース 登録番号0222号



TAIHEIYO CEMENT CORPORATION



2020.3.1,000M