

デコメツシユを用いた農業排水路 の老朽更新工法

令和5年2月15日
フリー工業株式会社

プレゼンテーションの内容

- 1. デコメッシュの紹介
- 2. デコメッシュ部材の構成と特徴
- 3. デコメッシュの組立と施工手順
- 4. 1 農業排水路の鋼矢板護岸の劣化状況と補修工法
- 4. 2 デコメッシュによる農業排水路の老朽更新工法の提案
- 4. 3 提案工法のコストメリットと工期メリット
- 5. デコメッシュによる打設コンクリートの耐久性評価試験結果
 - 1) 中性化試験結果
 - 2) 凍結融解試験結果
 - 3) 乾燥収縮試験結果
 - 4) 塩化物イオン浸透深さ測定

1. デコメッシュの紹介

1) デコメッシュとは、

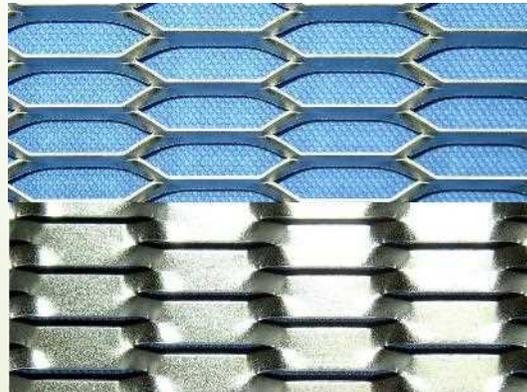
- ・デコボコ&デコレーションの略称
- ・高耐久性メッキ鋼板によるメッシュ枠の埋設型枠に凹凸の意匠性を加えた製品

コンクリート打設後のデコメッシュ表面仕上り状況



デコメッシュの表面（金網）

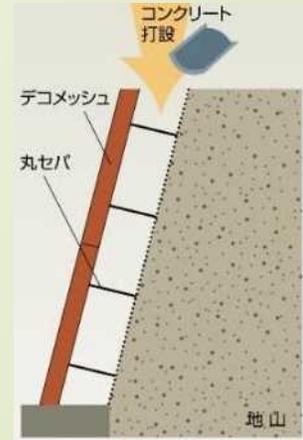
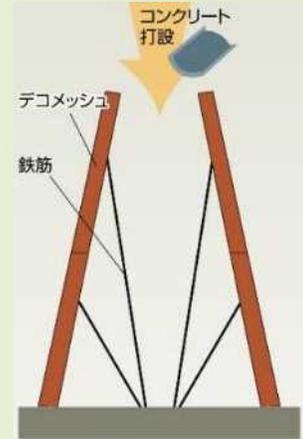
上側から見た状況



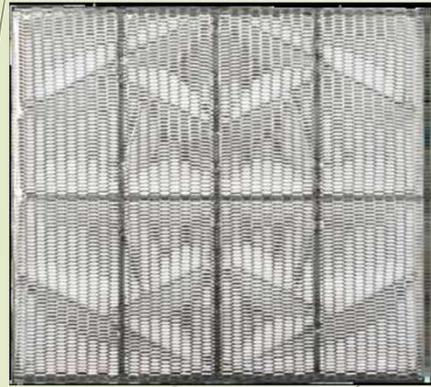
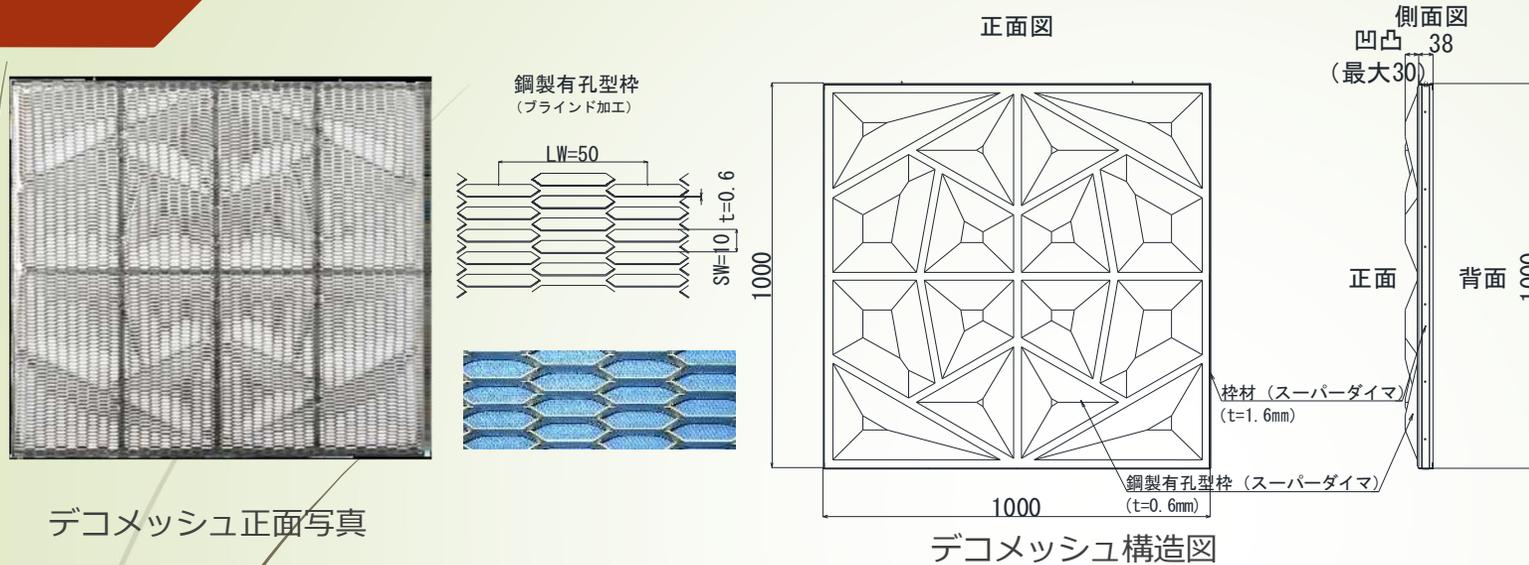
下側から見た状況

2) デコメッシュの適用箇所

堰堤、擁壁のほかすべてのコンクリート構造物に使用可能



2. デコメッシュの構成と特徴



デコメッシュ正面写真



型枠設置時



コンクリート打設時

デコメッシュ施工写真
(水路部鋼管杭前面保護工)

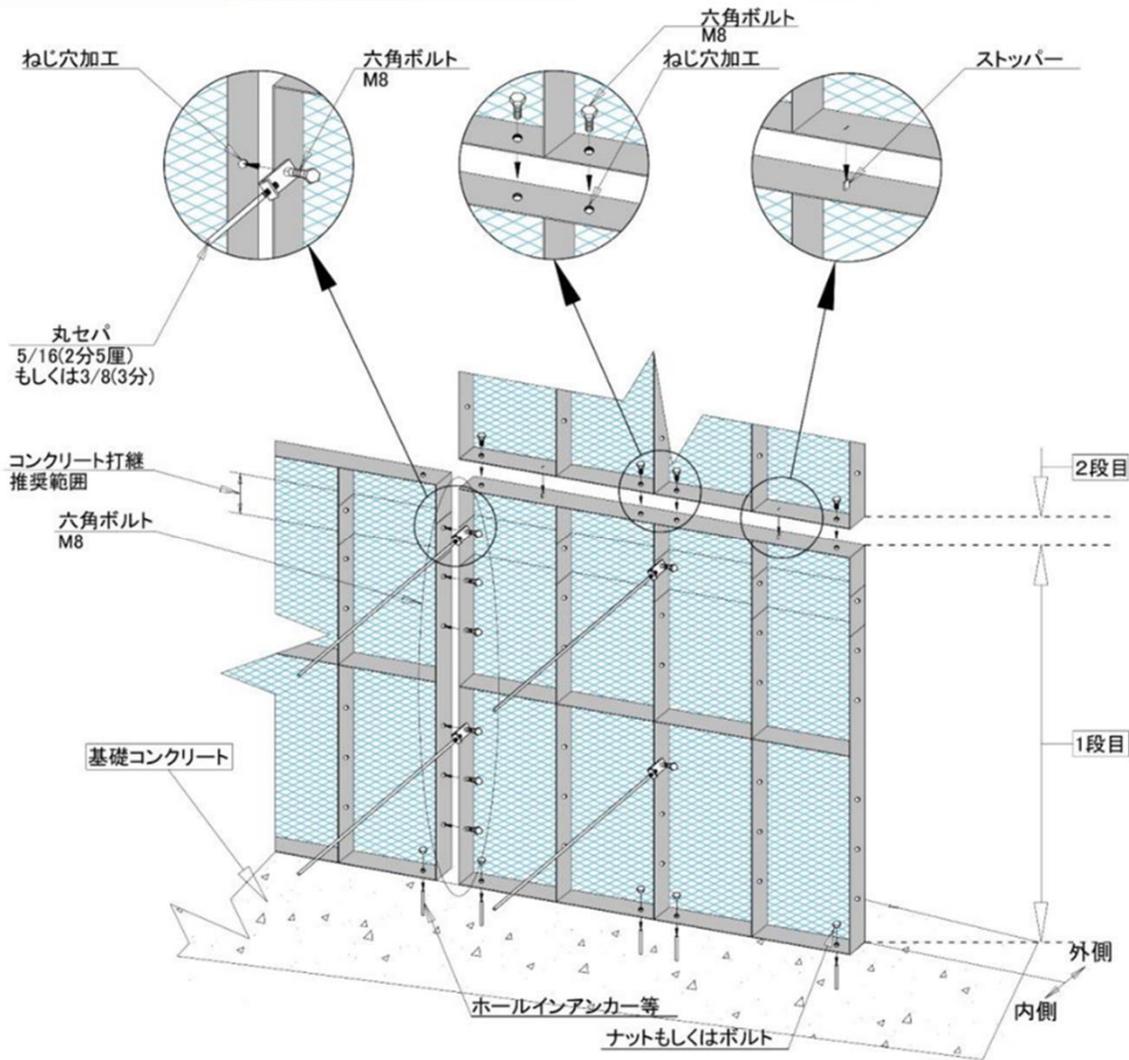
1) デコメッシュの構成

- ・面材は0.6mmのブラインドメッシュ、
枠材は1.6mmの軽量形鋼

2) デコメッシュの特徴

- ① 仮設型枠を必要としない。
 - ・省力化が図れる。
 - ・建設廃材が排出されない。
- ② 特殊な軽量メッシュ材を使用。
 - ・軽量 (8.5kg/m²) で作業が容易。
 - ・金網製で打設コンクリートの品質を均一化。(打設状況が視認できる)
- ③ 自然な仕上がり (景観法を考慮)
 - ・凹凸のある自然石状
 - ・遠景的に構造物が目立ちにくい。

3. デコメッシュの組立と施工手順



- デコメッシュの組立手順（左図は高さ1m×幅1mタイプ）
- ① 基礎工の施工 : 基礎面はデコメッシュの設置のため平滑に仕上げる
- ② 最下段の固定 : 基礎工に設置したアンカーボルトや鉄筋に最下段枠材を固定する
- ③ 横部材の連結 : 横方向の連結はM8六角ボルトを6カ所で固定して行う横連結ボルト500mmピッチ（2カ所）にセパ取り付け金具（L形）を固定する。
- ④ セパレータの固定 : 背面のセパレータ固定用の反力部材にセパを連結する。
- ⑤ 2段目以降の組立 : 上下の組立は、ストップバーで位置合わせし、M8六角ボルト（4カ所）でナット固定する。
- ⑥ コンクリート打設 : コンクリート打設は、バイブレータにより充填・締め固めする。

概要

- ・各型枠はM8ボルトですべて連結できる（縦6カ所、横4カ所）
- ・枠材にねじ切り（バーリングタップ）してあるのでナットは必要ない
- ・コンクリート打設反力はセパ取付金具をM8ボルトで固定しセパ等で確保しますが50cm間隔に1箇所セパ等を設置することで1回あたりのコンクリート打設高1.5mに対応可能

4. 1 農業排水路の鋼矢板護岸の劣化状況

1) 自立式鋼矢板護岸の腐食状況



2) 切梁式鋼矢板護岸の腐食状況



1)、2) どちらの場合も一般的に無防食の鋼矢板水路が年数の経過とともに腐食し性能低下を引き起こしその結果構造的に不安定となる。

→ 補修・補強が必要である

4. 2 老朽化鋼矢板護岸の補修工法の分類

実績のある老朽化鋼矢板水路の補強工法（例）

	切梁補強工法	継矢板補強工法	鉄筋コンクリート被覆工法	当て板溶接工法	パネル被覆工
補強工法					
概要	切梁により鋼矢板の変状に対応する	断面性能が低下した鋼矢板を引抜き腐食部分を取換えて再度打ち込みする	構造耐力が低下した鋼矢板水路の前面に鉄筋を溶接しコンクリートで被覆する	断面性能の低下した箇所に当て板を溶接する	補強に適用可能なパネル被覆を行う。現段階では確立されていない
デコメッシュが適用可能な工法	×	×	○	×	△裏込め材が生コンクリートであれば適用可能

4. 2 デコメッシュによる農業排水路の老朽更新工法の提案

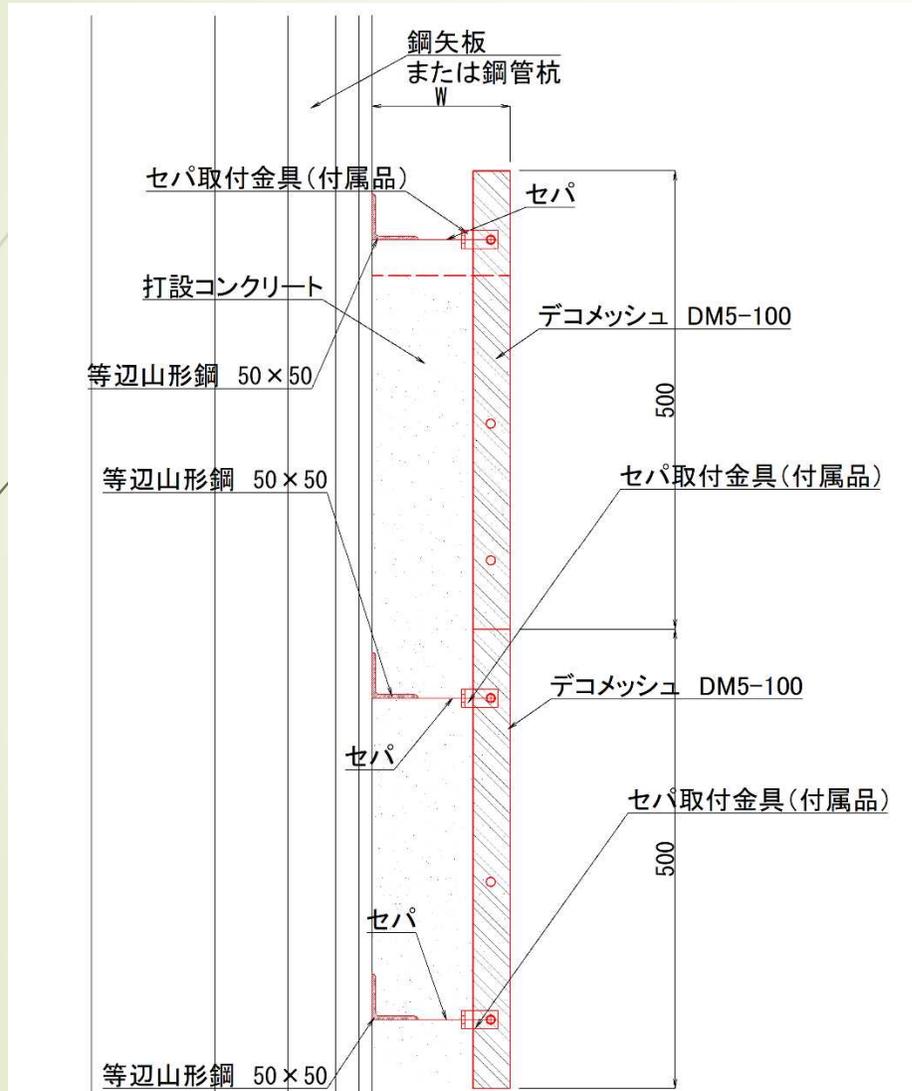


図 参考断面図

施工手順

① 基礎コンクリート施工



② 矢板面の等辺山形鋼溶接



③ 最下段デコメッシュ組立



④ 下段セパレータで固定



⑤ 上段デコメッシュ組立



⑥ 上段セパレータで固定



⑦ コンクリート打設

4. 3 提案工法の優位性

型枠工法の比較表			
比較工法	デコメッシュ埋設型枠	コンクリートパネル型枠	合板普通型枠
型枠寸法	1.0m * 1.0m * 38mm	1.2m * 0.6m * 40mm	1.0m * 1.0m * 12mm
重量 (kg/枚)	8.5 kg/枚	50 kg/枚	
(kg/m ²)	(8.5 kg/m ²)	(69 kg/m ²)	
型枠写真			
概要	特殊金属（ブライントメッシュ）を利用した超軽量の残存型枠	多孔質のコンクリートパネルで、エポキシ塗装金網で補強している残存型枠	通常のコンクリート打設型枠で、合板パネルの木製型枠
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・多能工で組立でき、脱型が不要 ・端部加工が容易 ・型枠工 = 2.8人/100m² 	<ul style="list-style-type: none"> ・多能工で組立でき、脱型が不要 ・端部加工にコンクリートカッターが必要 ・型枠工 = 4.8人/100m² 	<ul style="list-style-type: none"> ・角材による支保工が必要 ・脱型、清掃、搬出が必要 ・型枠工 = 15.7人/m²
施工速度	◎	○	△
比率	71 m ² /日	50 m ² /日	32 m ² /日
比率	2.22	1.56	1
施工費 (円/m ²)	12, 042 円/m ²	12, 672 円/m ²	8, 523 円/m ²
比率	1.41	1.49	1

デコメッシュの優位性

- ・施工速度が速い（普通型枠の2倍、脱型不要）
- ・型枠材が軽量なので施工性がよい（重機不要）
- ・金網製なので打設状況が確認できる

デコメッシュのデメリット

- ・普通型枠に比べると材料費が高い
（足場工等総合的に考えると必ずしも高くはない）

5. デコメッシュによる打設コンクリートの 耐久性評価試験結果

デコメッシュは発売以来約15年経過しており実績も十分に積み重ねている。当初に凍結融解試験、一体性試験、型枠の強度試験、耐衝撃性試験を行って性能照査しているがそれ以降表面の型枠材が打設コンクリートに与える影響についての評価試験を行っていない。そのため昨年7月～12月に下記のような試験を実施し、デコメッシュ、普通型枠の両型枠により打設したコンクリートの耐久性、一体性等の性能比較を行った。

2022年に実施した評価試験

実施試験項目	方法
耐久性に関する試験	
促進中性化試験	JIS A 1153コンクリートの促進中性化試験方法に準拠
凍結融解試験	JIS A 1148コンクリートの凍結融解試験方法のA法に準拠
塩化物イオン浸透性測定	硝酸銀噴霧法及びEPMA法により測定
乾燥収縮試験	JIS A 1129-2モルタル及びコンクリートの長さ変化測定法に準拠
一体性評価試験	
曲げ強度試験	JIS A 1106コンクリートの曲げ強度試験方法に準拠
付着強度試験	JSCE-E545連続繊維シートとコンクリートとの接着試験法(案)に一部準拠
緻密性評価	
透気性試験	Torrent法により透気試験を実施
表面吸水試験	表面吸水性評価試験機 (SWAT) を用いて表面吸水試験を実施
細孔構造測定	2022年度内に実施予定

デコメッシュにより打設した試験体と普通型枠（残存型枠がない）により打設した試験体を作製し比較した。

実施試験のうち耐久性に関する次の4つの試験についてその結果を説明する。

(結果は次ページから記載)

➤ 1) 促進中性化試験

気中の二酸化炭素濃度を高くし、短時間でコンクリートの中性化を促進し、中性化深さを測定することで耐久性（中性化抵抗性）を確認する

➤ 2) 凍結融解試験

凍結融解の急速な繰り返しをコンクリートに作用させて凍害による内部損傷に対する抵抗を確認し、相対弾性係数、質量減少率から耐久性指数を評価する

➤ 3) 乾燥収縮試験

コンクリートに長さ変化測定用のゲージを取り付けてその長さや質量の測定を行い、経過時間による長さや質量の変化率を確認する

➤ 4) 塩化物イオン浸透深さ測定

コンクリートを人工海水に浸漬し塩化物イオンの浸透性を確認し、塩害に対する抵抗性を評価する
硝酸銀噴霧法及びEPMA法により塩化物イオンの浸透深さを確認し、拡散係数を計算する

1) 促進中性化試験

促進中性化試験結果表

試料名	No.	中性化深さ(mm)				
		材齢(週)				
		1	4	8	13	26
デコメッシュ有	1	1.9 (7.3)	5.1 (10.6)	4.4 (9.9)	5.7 (11.2)	7.4 (12.9)
	2	2.7 (8.2)	4.6 (10.1)	5.3 (10.8)	5.7 (11.2)	8.0 (13.5)
	3	2.5 (8.0)	4.3 (9.8)	4.6 (10.1)	6.6 (12.1)	7.2 (12.7)
	平均(30点)	2.3 (7.8)	4.6 (10.1)	4.7 (10.2)	6.0 (11.5)	7.5 (13.0)
デコメッシュ無 (比較用)	1	5.0	7.1	10.3	10.2	14.9
	2	5.9	8.0	10.7	12.3	14.6
	3	4.7	8.6	11.0	11.9	15.2
	平均(30点)	5.2	7.9	10.6	11.5	14.9

○促進中性化試験結果

中性化深さについては

デコメッシュありの場合 (平均7.5mm) (デコメッシュ厚 (5.5mm) ≒型枠部と想定し差し引いた場合)

デコメッシュなしの場合 (平均14.9mm)

となりデコメッシュにより打設したコンクリートは中性化深さは小さい。

(中性化深さはデコメッシュなしの場合の半分程度で、デコメッシュ部分を含めても8週目以降はなしの場合よりも小さい)



デコメッシュ有 促進期間26週

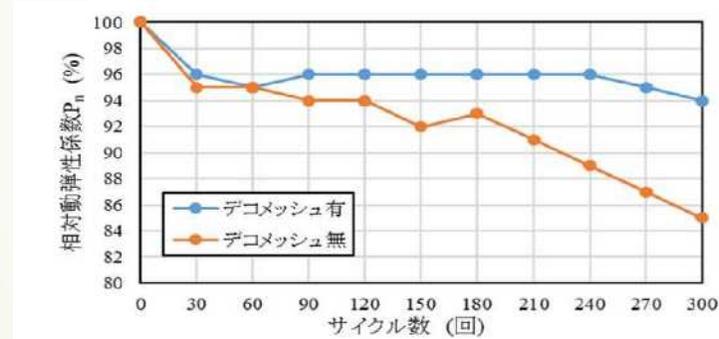


デコメッシュなし 促進期間26週

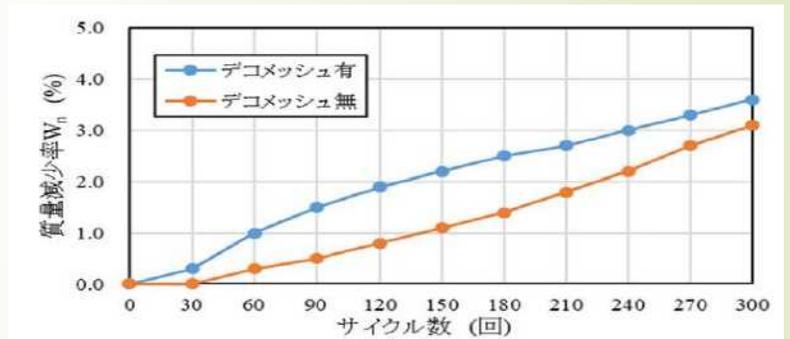
2) 凍結融解試験

凍結融解試験結果表

試料名	項目	サイクル数												耐久性 指数
		0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300		
デコメッシュ有	相対動弾性係数 $P_n(\%)$	100	96	95	96	96	96	96	96	96	96	95	94	94
	質量減少率 $W_n(\%)$	0.0	0.3	1.0	1.5	1.9	2.2	2.5	2.7	3.0	3.3	3.6	—	
デコメッシュ無	相対動弾性係数 $P_n(\%)$	100	95	95	94	94	92	93	91	89	87	85	85	
	質量減少率 $W_n(\%)$	0.0	0.0	0.3	0.5	0.8	1.1	1.4	1.8	2.2	2.7	3.1	—	



相対動弾性係数 Pn 比較グラフ



質量減少率 Wn 比較グラフ

○凍結融解試験結果

耐久性指数（相対動弾性係数）は
 デコメッシュありの場合（94%）
 デコメッシュなしの場合（85%）
 となりデコメッシュにより打設したコンクリートの方が耐久性指数が高くなっている。

質量減少率は
 デコメッシュありの場合（3.6%）
 デコメッシュなしの場合（3.1%）
 となりデコメッシュにより打設したコンクリートの方が質量が減少している。
 →これについては、デコメッシュ型枠の前面に付着している躯体部以外のコンクリートが剥離してしまったことが原因と考えられる。

3) 乾燥収縮試験

乾燥収縮試験結果表

試料名	項目	材齢(週)				
		1	4	8	13	26
デコメッシュ有	長さ変化率($\times 10^{-6}$)	-149	-344	-463	-519	-563
	質量減少率(%)	1.46	2.10	2.33	2.44	2.58
デコメッシュ無 (比較用)	長さ変化率($\times 10^{-6}$)	-161	-425	-585	-669	-738
	質量減少率(%)	1.61	2.44	2.73	2.89	3.10

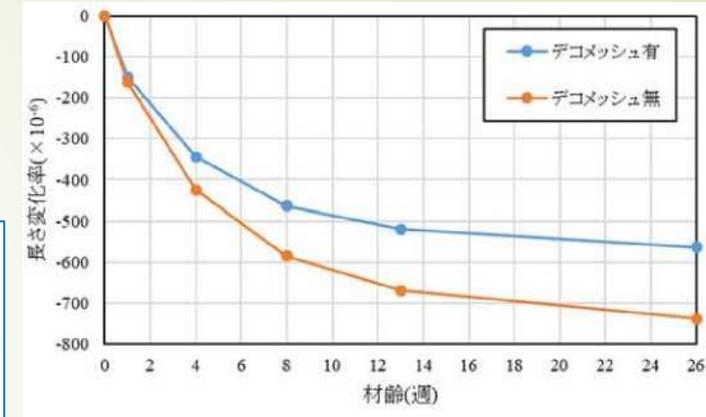
乾燥収縮の変化率は

デコメッシュありの場合 (長さ変化率: -563×10^{-6} 質量減少率 2.58%)

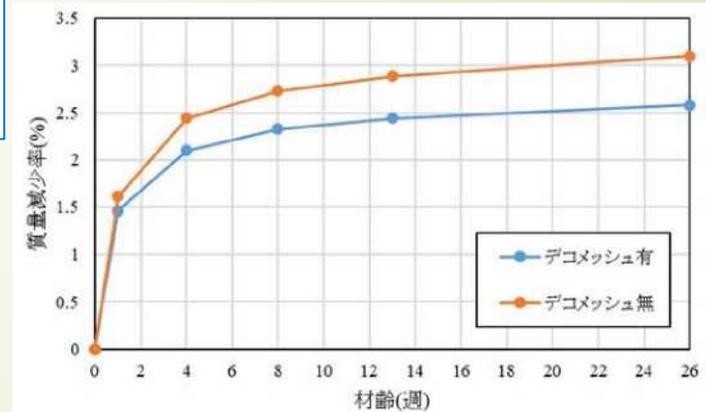
デコメッシュなしの場合 (長さ変化率: -738×10^{-6} 質量減少率 3.10%)

となり

デコメッシュにより打設したコンクリートの方が長さ、質量とも変化率が小さいという結果となった。→ひび割れ防止に対して効果ありといえる。



長さ変化率 比較グラフ



質量減少率 比較グラフ

4-1) 塩化物イオン浸透深さ測定

塩化物イオン浸透深さ測定結果表 (硝酸銀噴霧法)

試料名	No.	塩化物イオン浸透深さ (mm)
デコメッシュ有	1	8.5 (14.0)
	2	7.7 (13.2)
	平均(20点)	8.1 (13.6)
デコメッシュ無 (比較用)	1	17.4
	2	19.1
	平均(20点)	18.2

○塩化物イオン浸透深さ測定結果

塩化物イオン浸透深さ測定については

デコメッシュありの場合 (平均8.1mm) (デコメッシュ厚5.5mm≒型枠部と想定し差し引いた場合)

デコメッシュなしの場合 (平均18.2mm)

となり

デコメッシュにより打設したコンクリートは塩化物イオンが浸透しにくいという結果となった。

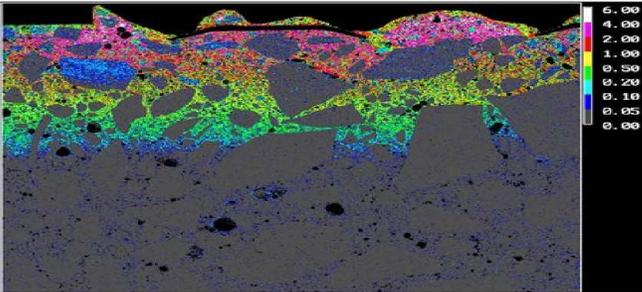
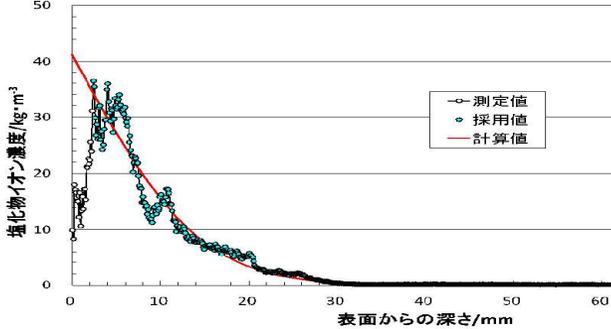
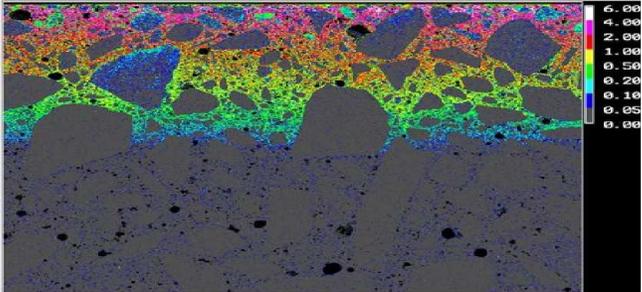
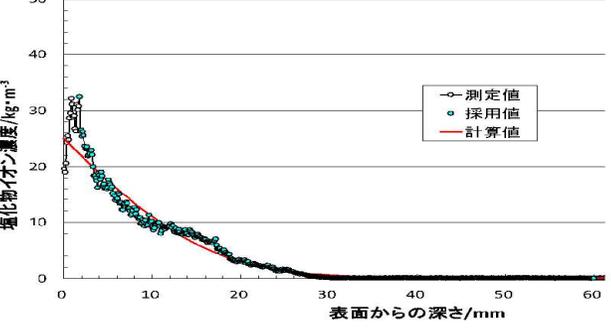


デコメッシュ有 浸漬期間13週



デコメッシュなし 浸漬期間13週

4-2) 塩化物イオンの見かけの拡散係数算出 見かけの拡散係数の計算結果まとめ (EPMA法)

試料名	CI面分析結果	フィッティング結果 (kg/m ³ 表示)	塩化物イオンの見かけの拡散係数結果	
デコメッシュ有	<p>↓表面↓</p> 		単位容積質量 (kg/m ³)	2320
			拡散係数 Dap (cm ² /年)	2.57
			試料表面の塩化物イオン濃度Ca0 (kg/m ³)	41.1
デコメッシュ無	<p>↓表面↓</p> 		単位容積質量 (kg/m ³)	2320
			拡散係数 Dap (cm ² /年)	3.28
			試料表面の塩化物イオン濃度Ca0 (kg/m ³)	25.1

○塩化物イオンの見かけの拡散係数

デコメッシュありの場合 $D_{ap}=2.57$ (cm²/年)

デコメッシュなしの場合 $D_{ap}=3.28$ (cm²/年)

デコメッシュ有の方が拡散係数が小さいが、試料の表面部の塩化物イオン濃度は高い

→デコメッシュ付近の表面部は塩化物イオン濃度が高いが内部には塩化物イオンが広がりにくいという結果となった。

○試料表面の塩化物イオン濃度

デコメッシュありの場合 $Ca_0=41.1$ (kg/m³)

デコメッシュなしの場合 $Ca_0=25.1$ (kg/m³)

耐久性試験結果まとめ

今回結果を記載した4つの項目については総じてデコメッシュにより打設したコンクリートの方が良い結果が得られており、コンクリートの品質の向上がみられた。

試験結果のまとめ

試験項目	試験目的	試験結果	普通型枠コンクリート	デコメッシュコンクリート
1) 促進中性化試験	・ 中性化深さの評価	・ 中性化深さは同等以下	中性化深さ 14.9mm	中性化深さ 7.5mm デコメッシュ部考慮 13.0mm
2) 乾燥収縮試験	・ 乾燥ひび割れの評価	・ ひび割れ抑止効果有り	乾燥収縮歪み 738 μ	乾燥収縮歪み 563 μ
3) 凍結融解試験	・ 凍害耐久性の評価	・ 凍結融解に対する抵抗増加	相対弾性係数 94%	相対弾性係数 85%
4) 塩化物イオン浸透試験	・ 塩害耐久性の評価	・ 塩素イオンの浸透深さ小さい	浸透深さ 18.2 mm	浸透深さ 8.1mm デコメッシュ部考慮 13.6mm
		・ 塩素イオンの拡散侵入が抑止	拡散係数 2.57cm ² /y	拡散係数 3.28 cm ² /y

デコメッシュにより打設したコンクリートが、普通型枠で打設したコンクリートと比べ耐久性の品質が向上したのは次のようなことがその要因ではないかと推察される。

- ① デコメッシュの網材により打設したコンクリートの余剰水や気泡が早期に排出され緻密なコンクリートが生成
- ② 網材による表面の拘束効果（乾燥収縮の収縮抑制、凍結融解の膨張収縮抑制）
- ③ 表面に網材があることで二酸化炭素、塩化物イオンの浸入防止効果（中性化深さ、塩化物イオンの浸透の深さ）

老朽化農業排水路へのデコメッシュの適用

試験によりデコメッシュを使用することで打設するコンクリートの耐久性が普通型枠によるコンクリートと比べ向上するという試験結果が得られた。

この結果より鋼矢板等による農業排水路の老朽化更新の鉄筋コンクリート被覆工法に使用するコンクリート型枠材として普通型枠と同等以上の耐久性を有するコンクリートを施工できる型枠材であると言える。

鋼矢板での使用例



鋼管杭での使用例



デコメッシュ使用実績例



ご清聴ありがとうございました。

フリー工業株式会社

技術部 後木孝範

TEL 03-3831-8119

Email takanori_ushirogi@free-kogyo.co.jp