



プロコンシートによるコンクリート表層の改善と コンクリート構造物の長寿命化への提案



 アイエスティー株式会社



1. フロコンシートとは

1) 概要

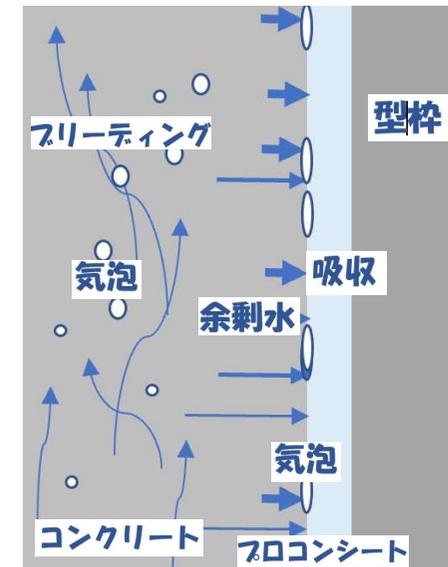
フロコンシートとはポリプロピレン製等の不織布を熱加工した吸水性・透水性・保水性を兼ね備えている特殊な積層シートです。

2) 特徴

フロコンシートは型枠に貼るだけでコンクリート表面のピンホールやボイドを除去し、平滑な表面とすることができます。また、コンクリートの表層の余剰水を吸収し、結果として水セメント比が小さくなるとともに、シートの保水機能がコンクリート表層の水和反応を促進させ、表層の品質が向上します。

3) フロコンシートの機能

- ①フロコンシートはコンクリート表層の余剰水を吸収します。
- ②そのため、型枠との界面にフリーティング現象が無く、フリーティング水の移動が無い。
- ③余剰水の吸収の深さは、硬化した組織を観察する中で表層から5～7mm程度まで影響を与えていると思われる。



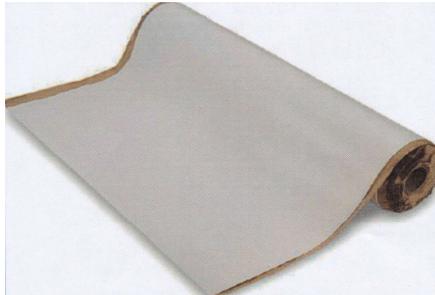
フロコンシートの機能イメージ



2. フロコンシートの品揃え

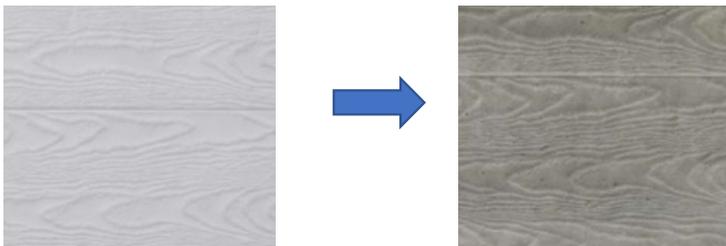
1) 一般用

幅：1,000mm 厚さ：約1.0mm
長さ：30m/巻 重量：約14kg（裏面のり付き）



3) 木目アート（本実）

美しい杉の模様を転写できます



2) タイル下地用

幅：600mm 厚さ：約1.6mm
長さ：30m/巻 重量：約18kg（裏面のり付き）



4) その他 フロコンテープ

厚さ：0.08mm
幅：30mm





3. コンクリート表層の改善

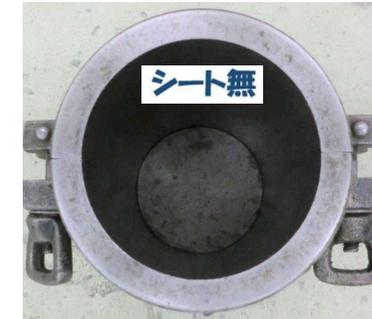
1) 実験: 脱型時のコンクリート表面状況



鋼製型枠: 100×100×400



脱型後のコンクリート表面



鋼製型枠: $\phi 100 \times 200$



フロンシート貼付け

脱型後のコンクリート表面

3. コンクリート表層の改善

2) -1 土木構造物：橋脚への適応事例





3. コンクリート表層の改善

2) -2 土木構造物：支柱への適応事例

擁壁：傾斜角度45°



シート無

シート無



コンクリート打設



フロンシート未使用

フロンシート使用

フロンシート貼付け



フロンシート使用面



3. コンクリート表層の改善

3) コンクリート製品工場での適応事例：U字溝



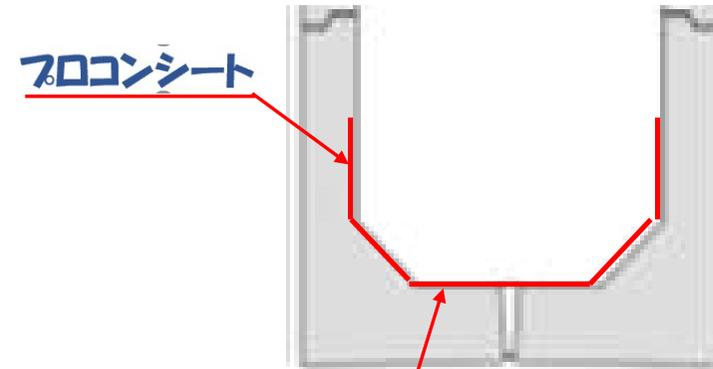
フロコンシート



型枠セット状況



コンクリート打設



コンクリートの仕上り面



2) 試験結果と考察

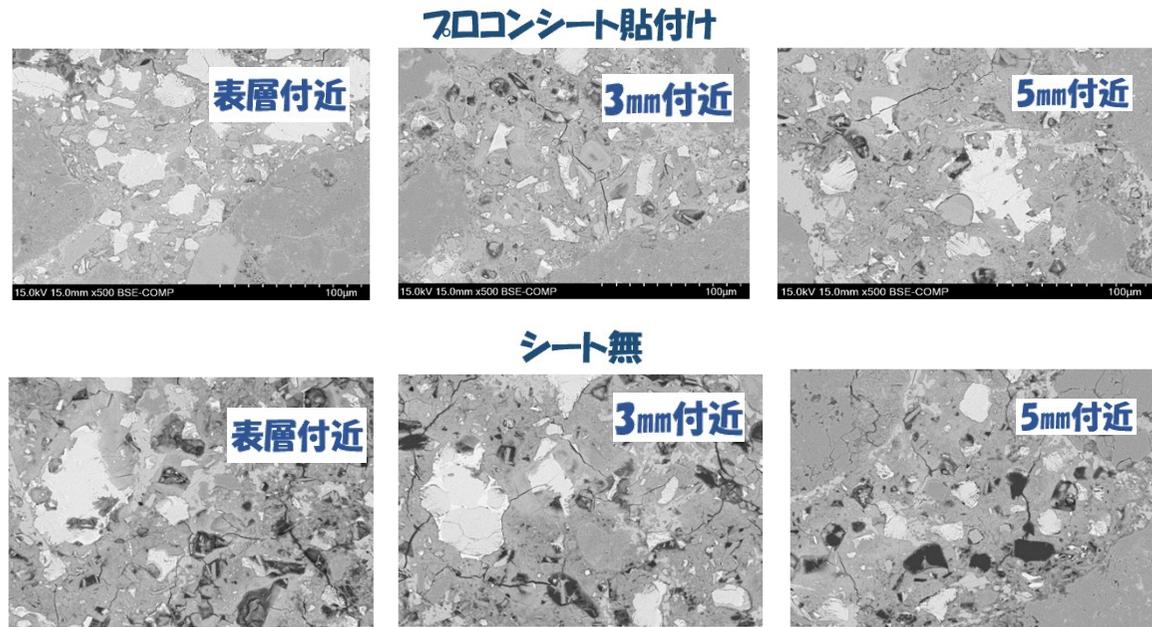
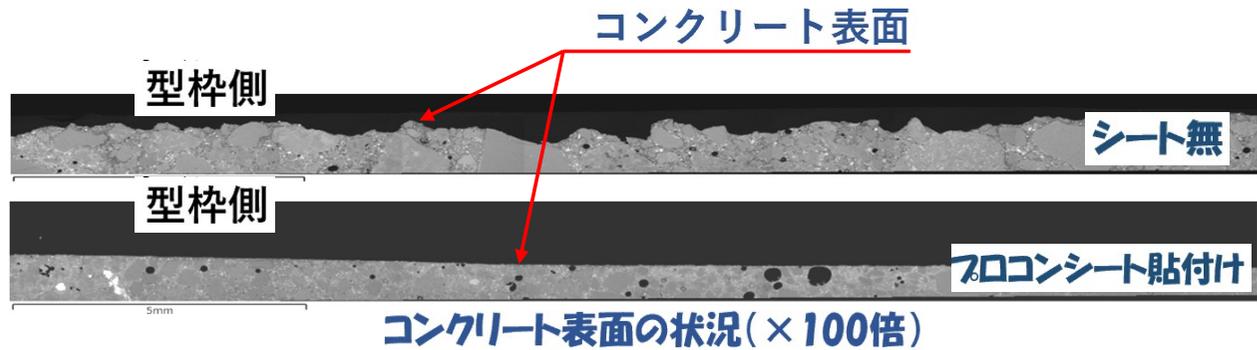
① 断面観察

* コンクリート表面の状況

脱型したコンクリートの表面の拡大写真を右図に示す。シート無は型枠界面をブリーディング水の上昇でコンクリート表面が凸凹になっている。一方、シート有ではブリーディングの発生が無く、ブリーディング水の移動が無いため、コンクリート表面が平滑になっている。

* コンクリート表層部の状況

表層から深さ5mm付近までの拡大断面写真を右図に示す。シート無は全体的に黒っぽく空隙(隙間)の多い組織が認められる一方、シート有は全体的に白っぽく緻密な組織となっている。(白い断面部はセメント粒子)



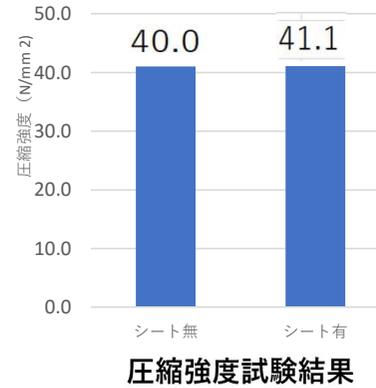
コンクリート表層部の状況(×500倍)



② 圧縮強度

供試体は、成型後、翌日まで温度20°Cの恒温室に静置し、翌日、脱型した後に、温度20°Cの水中にて試験(材齢28日)まで養生した。

シート無は40.0N/mm²、シート有は41.1N/mm²でシートによる強度差はなく、同様な圧縮強度であった。

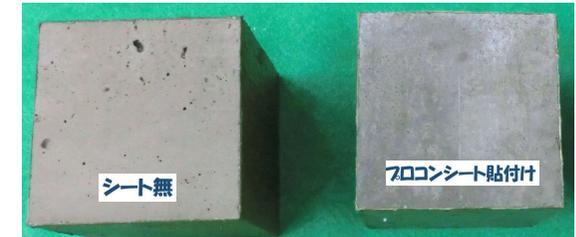
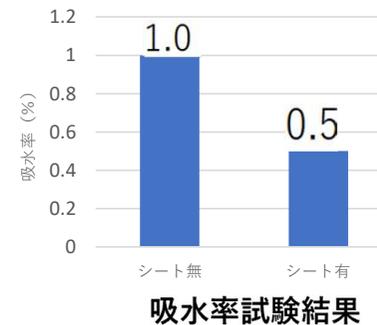


圧縮試験状況

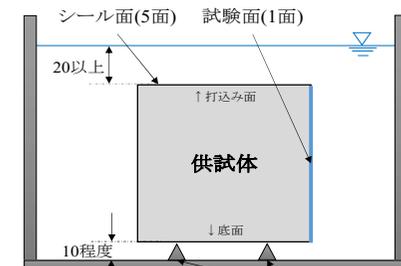
③ 吸水率

試験体は、切断後の供試体を材齢35日まで気温20±2°C、相対湿度60±5%の恒温恒湿室で気中養後で試験に供した。

シート無は1.0%、シート有は0.5%でシート有はシート無に比較して1/2であった。この差は断面観察の結果の通り表層部の緻密さによるものと推定できる。



吸水率用供試体



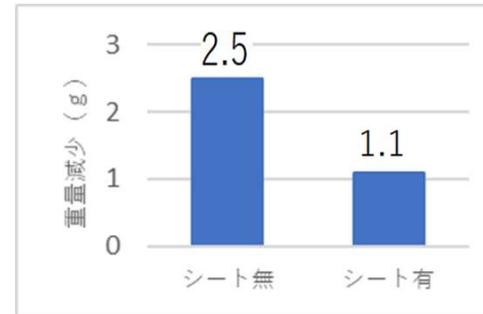
吸水率試験用装置



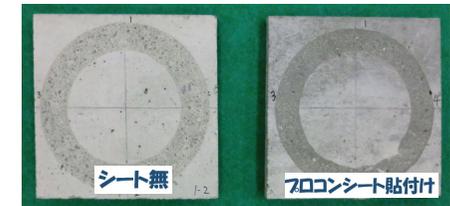
④ 摩耗性

試験体は、圧縮強度と同様な養生後に所定厚さに切断。摩耗輪H22を使用し、1000回転後の質量を測定し、摩耗による質量の減少量を測定した。

シート無は2.5g、シート有は1.1gでシート有の重量減少はシート無に比較して1/2あった。この差は断面観察の結果の通り表層の緻密さによるものであると推定できる。



摩耗性試験結果

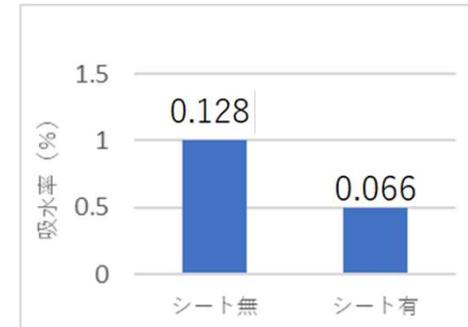


1000回転後の状況

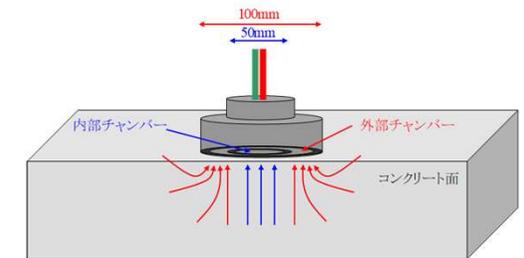
⑤ 透気性

トレント法の測定原理のイメージを図2示す。測定は、水中養生後の乾燥期間7日後(材齢35日)および14日後(材齢42日)に実施した。

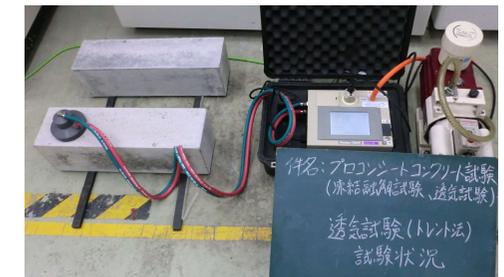
シート無は0.128、シート有は0.066でグレーディングとしては、シート無は一般、シート有は良の評価であった。シート有のコンクリートの表層はシート無に比較して密実であるとの評価である。



透気性試験結果



トレント法



透気試験状況 10

透気係数	優	良	一般	劣	極劣
kT(10 ⁻¹⁶ m ²)	0.001~0.01	0.01~0.1	0.1~1	1~10	10~100

品質 (評価) グレーディング

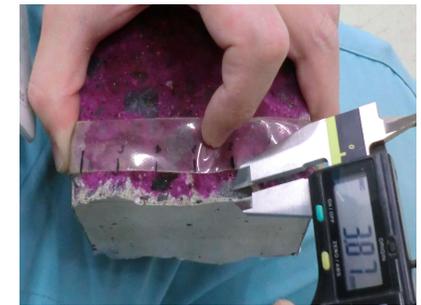


⑥ 中性化

促進中性化試験は、圧縮強度と同様な養生後に、温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $60 \pm 5\%$ 、二酸化炭素濃度 $5 \pm 0.2\%$ の恒温恒湿槽内にて材齢8週(56日)まで養生を行った。なお、促進期間は1週、4週、8週、13週および26週とした。

各促進期間ごとの測定結果を下表に示す。

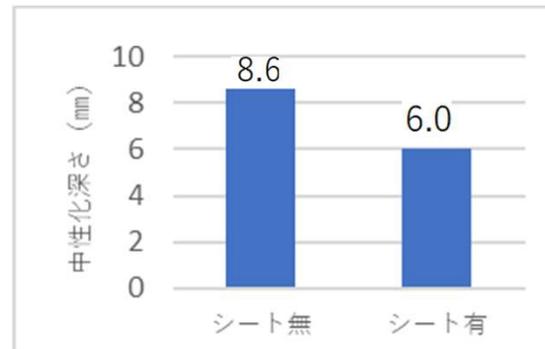
最終の促進期間26週の結果は、シート無は8.6mm、シート有は6.0mmで、シート無に比較して約70%であった。この差は断面観察の結果の通り表層の緻密さによるものと推定でき、同一な環境では鉄筋の腐食を約30%程度遅らせる事が可能と思われる。



中性化深さ測定状況

試料名	中性化深さ(mm)				
	促進期間(週)				
	1	4	8	13	26
(シート無)	3.2	4.4	6.3	6.8	8.6
(プロコンシート一般用)	0.2	0.8	2.0	2.9	6.0

促進期間毎の測定結果



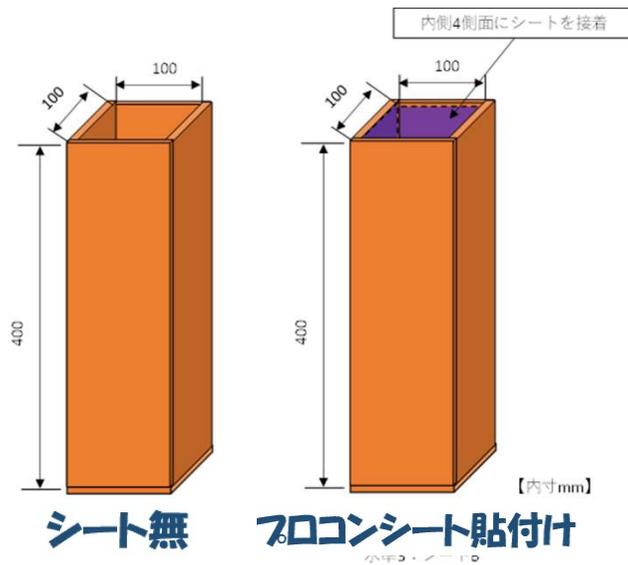
促進期間26週の測定結果



促進期間26週の測定結果

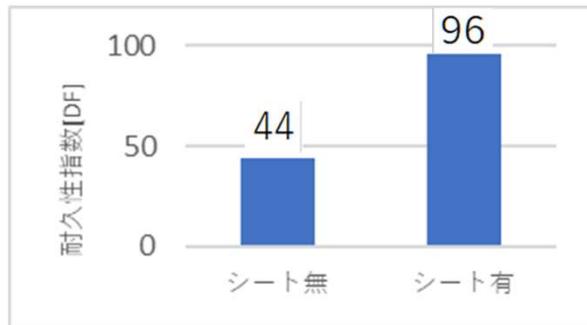


⑦凍結融解



型枠は左図に示す縦型の木製型枠を使用し、圧縮強度試験と同様な養生後凍結融解試験に供した。試験は300サイクルに達した時点で終了とする。なお、凍結融解試験装置は株式会社マルイ製の凍結融解試験装置MIT-683-0-05を使用し、凍結融解サイクルにおける温度は、同一寸法の試験体の中心温度により管理した。

シート無の表面は、粗骨材も露出している一方、フロンシートを貼り付けた表面は、損傷もなく健全である。
耐久性指数 [DF] はシート無44、シート有96であった。



耐久性指数 [DF]



300サイクル後のコンクリート表面

⑦凍結融解



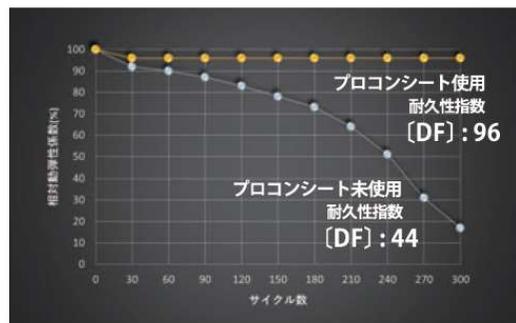
スケーリングを抑制するコンクリートの技術革新



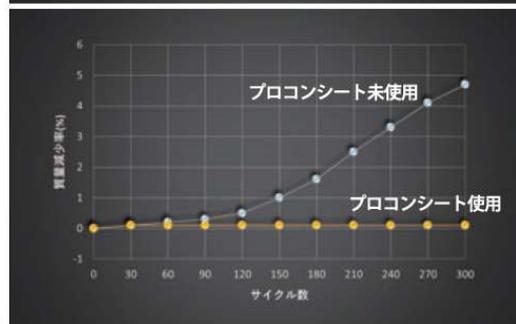
プロコンシートの優れた耐凍害効果を実証！

凍結融解 300 回の結果

相対動弾性係数 (%)



質量減少率 (%)



製品性能試験
株式会社太平洋コンサルタント



【プロコンシート使用】



【プロコンシート未使用】

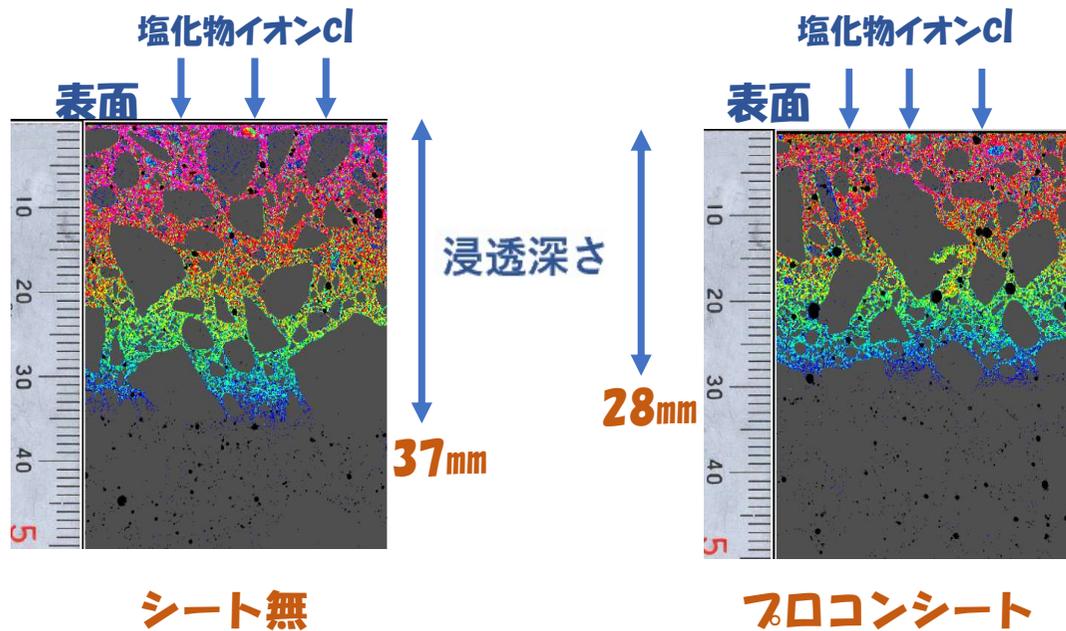
⑧塩分浸透性試験ー2

塩化物イオンの浸透深さおよび拡散係数の算出は以下の通り。

拡散係数の算出はJSCE-G 572「浸せきによるコンクリート中の塩化物イオンの見掛けの拡散係数試験方法(案)」に準じた。

1) 塩化物イオンの浸透深さ

材齢6か月浸漬後の塩化物イオンの浸透状況



2) 見掛けの拡散係数 (D_{ap} (cm²/y))

シート無：2.99 ②フロンシート2.05

3) 鋼材腐食発生限界濃度に達する期間

条件①鋼材腐食発生限界濃度は1.75 kg/m³

条件②鉄筋のかぶり深さは50 mm

①シート無 : 1.30Y

②フロンシート : 2.23Y

フロンシートでは鋼材腐食発生限界濃度に達する期間は、シート無の1.7倍となり、コンクリート構造物の長寿命化に貢献できる



5. まとめ

フロコンシートはコンクリート表面のピンホールやボイドを除去し、表面を平滑にすると共に表層の密実化が図れ、各種物性を向上させることが確認できました。

まとめると以下の通りです。

- ①圧縮強度：配合は同一であり、同等である。（圧縮強度：40.0↔41.1 N/mm²）
- ②吸水率：50%低減できる。（吸水率：1.0%→0.5%）
- ③耐摩耗性：56%向上できる。（重量減少：2.5g→1.1g）
- ④透気性：48%向上できる。（透気係数：0.128→0.066）
- ⑤中性化：30%低減できる。（中性化深さ：8.6mm→6.0mm）
- ⑥凍結融解：表面のスケーリングが全くない。（耐久性指数：44%→96%）
- ⑦塩分浸透：鋼材腐食発生限界濃度に達する期間は、1.7倍と長くなる。
（期間：1.30Y→2.33Y）



7. 今後の対応

- ① フロコンシートは転用回数が3回～4回使用出来ますのでコスト面では表面に発生するピンホールやクラック等の補修費の低減、また建築現場においては足場の費用等が大幅に減少でき、トータルコストの低減が可能となります。又、安全面では省人化に伴う危険率の減少が見込まれます。
- ② さらに環境面では、現在主に使用されている塗装ベニヤ型枠を国産材の間伐材を取り入れて行く事が山林の保善と地域活性化にも繋がりますので、大手製造メーカー様と一緒に間伐材を使用したフロコンパネルを製造致しまして試験施工を致しております。
- ③ フロコンシートの数多くの効果と特長を活かし、今求められている国土強靱化、SDGs、カーボンニュートラル等の大きなテーマに対して、少しでも貢献出来る事を目指して参りますので今後共何卒宜しく御願い申し上げます。



8. お問い合わせ先

 アイエスティー株式会社

代表取締役 近森精志

住所：〒104-0061 東京都中央区銀座8-10-3 銀座三鈴ビル8F

TEL 03-3569-3339 FAX 03-3569-3313

<http://www.istcorp.co.jp/>