

[1054] 高吸水ポリマーシートをもちいたコンクリート型枠面の物性改良工法

正会員 ○大友 健 (大成建設技術研究所)
 正会員 新藤 竹文 (大成建設技術研究所)
 正会員 金子 誠二 (大成建設技術研究所)
 正会員 内藤 隆史 (大成建設技術研究所)

1. はじめに

ダム堤体や擁壁・勾配のある水路など傾斜のある型枠面をもちいてコンクリート構造物を構築する場合、その型枠面には、コンクリート締固め時に分離した余剰水・空気泡により、いわゆる水あばたが生ずる。これは、コンクリート硬化後表面に凹状に残り美観を損ねることはもとより断面欠損によるひびわれ発生の誘因となったり、余剰水が表層のコンクリートの水セメント比を増大させたりすることにより、コンクリートの本来有する優れた耐久性を著しく低下させるものと考えられる。

ここで報告するコンクリート型枠面の表層改良工法は、特殊な加工をおこなった繊維材料を型枠に貼付し、この型枠内にコンクリートを打設することにより、型枠面表層の水あばた空気泡を除去しコンクリートの表面を水あばたのない美しい肌にする、と同時に緻密で耐久性にとむ表面とすることを目的としたものである。

2. 水あばた・空気泡の除去機構

型枠に貼布する繊維材料を写真-1に示す。これは、細密なメッシュ様を有する不織布(厚さ 0.5mm以下)に高吸水性ポリマー(以下SAP【Super Absorbed Polymer】と称する。)を含浸させ、特殊な処理を施したものである。SAPは、自重の数百倍の水を吸着し、圧力によってもこれを放出しない特性を有しているため、締固め時コンクリート表面に存在する余剰水を吸水し、またコンクリート中より浮き出てくる空気泡を不織布の網目を通して同時に回収する。この水あばた・空気泡の除去機構を図-1に模式的に示す。

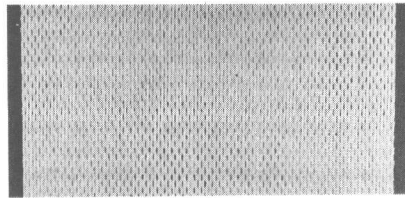


写真-1 SAPシート

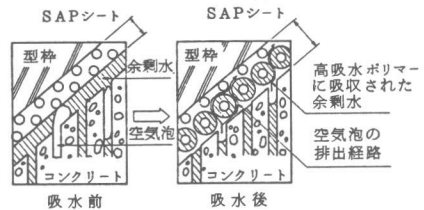


図-1 余剰水・空気泡の除去機構

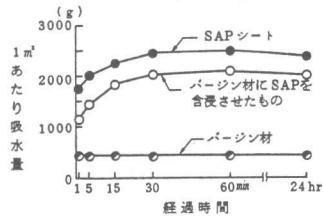


図-2 SAPシートの吸水特性

SAPシートの吸水特性を図-2に示す。これは、シートを水中に浸漬させ所定時間後の吸水重量を測定したものである。吸水は浸漬後1分間、すなわちコンクリート締固め時に急速におこなわれる。以後30分間で一定吸水量に達しこれを保持しつづける。

SAPシートを使用したコンクリート型枠面の状態をSAPシートを使用しない合板型枠面(ウレタン系離型材塗布・非吸水)と比較して写真-2に示す。SAP

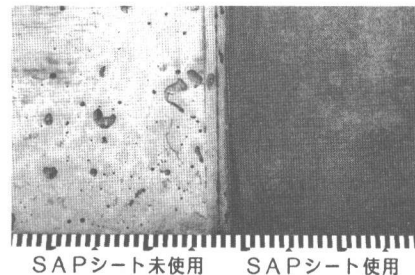


写真-2 SAPシートによる表面の改善状況

シートを適用することにより、表面のあばたは全て除去され微細な網目模様仕上げられる。

3. 水あばた・空気泡の除去効果

型枠面に生ずる水あばた・空気泡の発生状態は配合・締固めの度合・型枠面の角度等種々の要因により異なる。ここでは、土木構造物への適用を対象として、各種条件下における水あばたの除去効果を検証した。

実験に使用したコンクリートの配合を表-1に示す。擁壁等の施工に最も一般的と考えられるW/C=55%、スランプ10~12cmの配合をもちいて実験をおこなった。

あばた除去効果確認のための試験体は図-3に示す2種とし、各要因に対する検討を小型試験体でおこない、さらに得られた結果を大型試験体で確認した。コンクリートの打設は小型に対しては3層、大型に対しては2層とし、棒状パイプレーターによる内部振動締固めをおこなった。また、小型試験体の一部にアクリル樹脂板型枠を使用し空気泡の発生状況を目視にて観察した。水あばたの発生は、あばた面積率*により定量的に評価しこの測定にあたっては、画像処理機を使用した。

①締固め度の相異： 水あばた・空気泡発生の原因となる材料分離現象には、コンクリートの締固め度が影響する。

図-4は棒状パイプレーターによる締固め時間（総打設層合計）とあばた面積率の関係を示したものである。締固め時間を長くするに従いあばたの発生は増大する。これにSAPシートを適用した場合には

空気泡は全て除去される。3層各15秒=45秒の締固めをおこなえば空気泡の発生はほぼ最大値となることから、本実験結果より、いかなる締固め条件においてもSAPシートのあばた除去効果は十分に発揮されるものと考えられる。

②斜面角度の相異： 型枠の設置角度が水平に近い程水あばた面積率は増大する。SAPシートを用いれば、15°~60°の範囲ですべての水あばたが除去される。この改善状況を図-5・写真-3に示す。

③試験体の寸法： ①・②の試験に使用した試験体は寸法が小さいことから、大型の試験体を用いてSAPシートの効果を確認した。

* あばた面積率 = (あばたの面積 / 型枠面積) × 100

表-1 コンクリートの配合および強度

配合	Gmax (mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	S/a (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	C (kg/m ³)	G (kg/m ³)	AE減水剤
小型	2.5	12±1	4	55	43	162	295	791	1057	C×0.25%
圧縮強度 (標準養生) (kg/cm ²)					1d	43	7d	250	28d	357

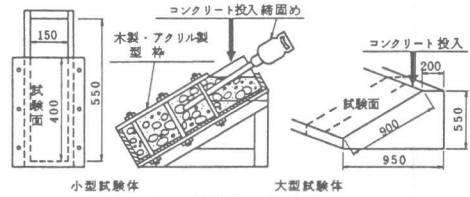


図-3 試験体形状寸法

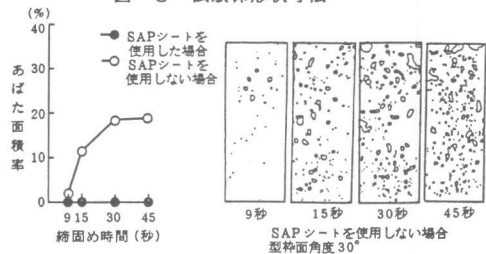


図-4 締固め時間によるあばた発生率の変化

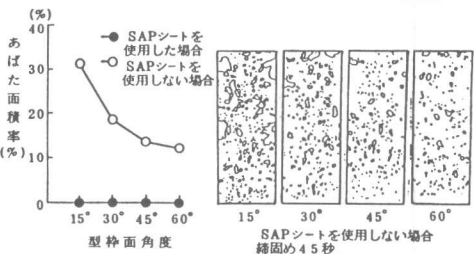


図-5 型枠面角度によるあばた発生率の変化

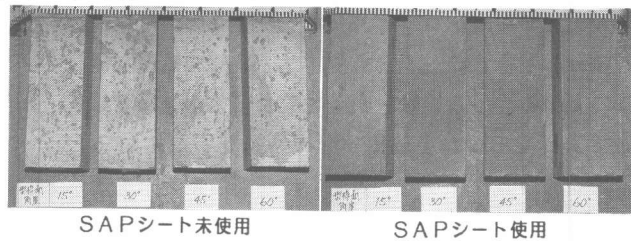


写真-3 SAPシートによる表面の改善状況

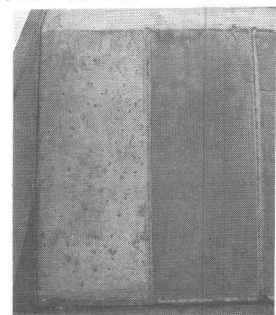


写真-4 大型試験体における改善状況

写真-4に示すように小型試験体の結果と同様のあばた除去効果が認められた。

4. 型枠面の吸水がコンクリートの物性に及ぼす影響

コンクリートの表層の水あばた、空気泡を除去することで、コンクリート表面のあばた欠陥がなくなる。また、SAPのもつ強力な吸水力によりコンクリート表層の水セメント比が小さくなることから通常の型枠面と比較してより高い品質のコンクリートが得られるものと考えられる。そこで、SAPシートによるコンクリート品質の改善度を明らかにするため、強度・耐久性・鉄筋を保護する性能の3項目についての検討をおこなった。

①強度： コンクリート型枠面の表層引き剥し強度測定

型枠面の吸水によるコンクリート表層部の強度の増大を、建研式引き剥し試験（測定面10cm×10cm×4点/1試験体）により評価した。結果を図-6に示す。各シリーズは試験条件が異なるためシリーズ間の比較はできないが、各シリーズとも、型枠表面の吸水量（図-2における1分吸水量で比較）が増すにしたがい表層強度も増大する傾向が明らかであり、SAPシートを、型枠斜面・側面・底面のいずれに適用した場合でも1.2倍～1.4倍の強度の増大が認められた。引き剥し後の面観察（写真-5）によっても、SAPシートを適用した場合には表層部のモルタルで剥離破壊することなく骨材に破壊が生じている事がわかり、内部の骨材界面まで改善効果が及んでいることが明らかである。

②耐久性： 凍結融解抵抗性試験による物理的耐久性検討

図-3の小型試験体（試験面・斜面1面15×15×35両端カット：シリーズ1）・10×10×40試験体（試験面6面：シリーズ2）の2種の試験体についてASTM-C666A法に準拠した試験をおこなった。300サイクル終了後の表面状態を写真-6・7に、シリーズ2の相対動弾性係数・重量の変化を図-7に示す。試験体コンクリートの品質が優れているため破壊に対する評価は下せないが、表面の変状・重量の変化率から判断

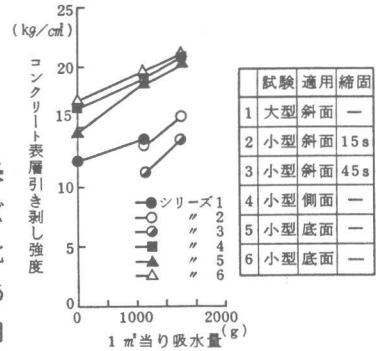
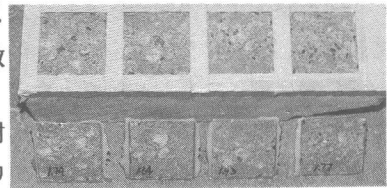
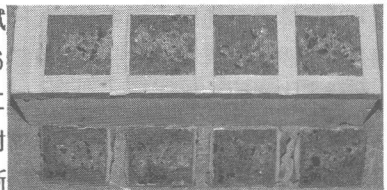


図-6 SAPシート使用による表層引き剥し強度の変化

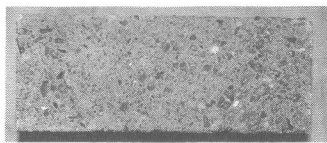


SAPシート未使用

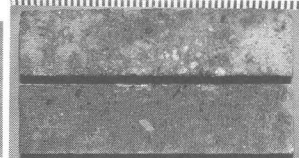


SAPシート使用

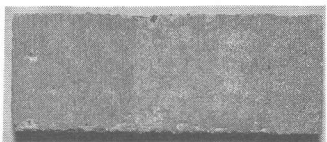
写真-5 引き剥し面状態



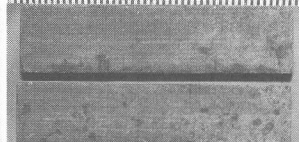
SAPシート未使用



SAPシート未使用



SAPシート使用



SAPシート使用

写真-6 F/T試験
300サイクル後の表層変状
(シリーズ1)

写真-7 F/T試験
300サイクル後の表層変状
(シリーズ2)

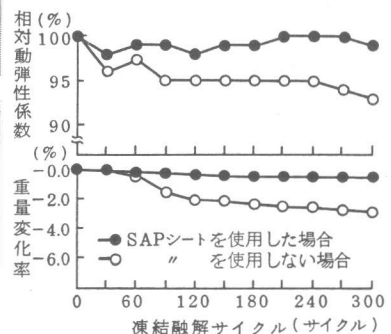


図-7 耐久性試験結果 (シリーズ2)

して、SAPシートを適用したコンクリートの型枠面は 300サイクルの凍結融解作用を受けた後も変状が少なく、非常に耐久性に富むものであることが認められた。

③鉄筋を保護する性能：飽和食塩水浸漬吸水試験による遮塩性検討

図-8に示す20×20×20のブロック（試験面5面+均し面）を飽和食塩水中に浸漬することにより塩水中から供給されるCl⁻の浸透に対する抵抗性を検討した。

図-9は、浸漬材令91日後の硬化コンクリート中における可溶性塩分量の深さ方向の分布を示したものである。この結果から、飽和食塩水中からコンクリート内部へ浸透したCl⁻の量を求め、フルオレッセイン変色域測定法によって求めた塩分浸透深さ測定値とともに、図-10に、SAPシートの吸水量との関係として示した。

Cl⁻量・塩分浸透深さとも、型枠の吸水量の増加に従って低減し、SAPシートを使用した場合には、Cl⁻量は約1/2、浸透深さでも3/4程度となる。したがって、SAPシートを使用すれば、コンクリートの表層組織が緻密化し、塩分の浸透を抑制する効果が向上するものと考えられる。

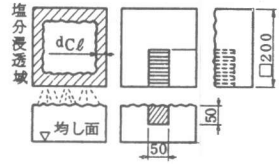
5. 現場適用例

以上のような効果を有するSAPシートを、実際の施工に適用した例を写真-8に示す。傾斜のあるボックスカルバート頂版上面（1/3包配・18.5°）に、スランブ12cmのコンクリートを打設したものである。写真-9に示すようにあばた除去について十分な効果が確認された。

6. まとめ

土木構造物を対象として、高吸水ポリマーシートを使用した水あばた・空気泡除去工法を検討した結果、斜面角度15°以上の範囲で十分なあばた除去能力が得られることが確認された。また同時に、コンクリート表層の品質を、表層強度・凍結融解抵抗性・遮塩性の各面で、非常に高める効果を有するものと認められた。

コンクリート構造物の耐久性向上に関心が高まる昨今、コンクリートがフレッシュな間に、その品質を改善し優れた耐久性を十分発揮させる本工法は、いかなる型枠に対しても高吸水ポリマーシートを貼りコンクリートを打設するだけで所要の効果が得られるという施工法の簡便さと相まって、非常に有効なコンクリートの品質向上手法として位置づけられるものと考えられる。謝辞；SAPシートの開発に際しては、榎クラレ 吉岡氏、クラレトレーディング(株) 牧野氏に御尽力いただきました。厚く御礼申し上げます。



91d浸漬後割製塩分分析-JCI法による。図-8 塩分浸透試験体

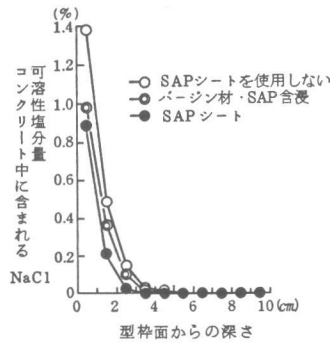


図-9 コンクリート型枠面から供給される塩分量

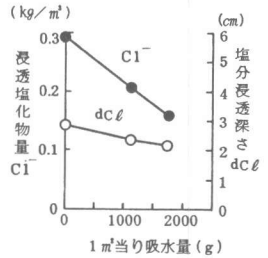


図-10 SAPシート使用による塩化物浸透の抑制効果

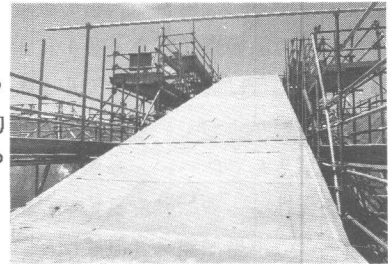


写真-8 SAPシート適用構造物



写真-9 SAPシートによる表面の改善状況