

不織布テープによるコンクリート充填向上工法の検討 (その2：実大模型試験)

(株)竹中土木 正会員 ○四宮 みゆき
(株)竹中土木 正会員 平井 卓
(株)竹中土木 非会員 高橋 心平
アンビック(株) 正会員 山本 剛士

1. はじめに

トンネル覆工コンクリートのように上部が閉塞した空間へのコンクリート充填性を不織布によって向上させる工法を開発し、要素試験を実施してきた。その結果、不織布の目付の選定、表面処理によりコンクリート充填時の余剰空気の排出効率の良い最適な材料構成が選定された。ここでは、この不織布をテープ状にし、トンネル覆工背面に配置した場合を想定した実大模型試験および関連試験の概要と充填促進効果および充填後の強度特性に及ぼす影響に関する検討結果を報告する。

2. 試験概要

不織布テープ（目付 700g/m²、幅 70mm、厚み 5.4mm）と表-1 に示す配合のコンクリートを用いて、以下の試験を実施した。

①実大模型試験

模型形状を図-1 に示す。模型は、トンネル支保工の C II パターンにおける覆工背面頂部の凹凸形状（内空高低差 100mm）を模擬し、3 スパン分 3.6m（1.2m×3）、幅 1m の試験体とした。過去の実績から充填必要最低圧力が約 10kN/m²以上必要なため、実験では充填必要最低圧力の 2 倍である約 21 kN/m²に相当する高さ 1m からの打込みによりコンクリートを打設した。試験体底面は打設口側を高くし、4% の下り勾配とすることで余剰空気が溜まりやすい条件で実施した。実験ケースは全 2 ケースで、ケース 1 は不織布テープを配置しないもの、ケース 2 は天端型枠に幅 70mm の不織布を等間隔に 3 本設置したものである。

充填性の確認は、脱型後に寸法の計測をし、コンクリートの充填量により算出される充填率で比較を行った。

②ブリーディング排出試験

実大模型試験においては実トンネルと比べてコンクリート打設数量が少なく、ブリーディング水の排出について十分な評価ができないため、不織布のブリーディング水の排出性能を確認する目的で図-2 に示す型枠を用いた試験を実施した。実験では実大模型試験と同様に打込み高さ 1m からの打設とした。実験ケースは全 2 ケースで、ケース 1 は不織布テープを配置しないもの、ケース 2 は上面のセンターに幅 70 mm の不織布を 1 本設置したものである。

試験では、JIS A1123「コンクリートのブリーディング試験方法」に準じてブリーディング率を算出し、実際に不織布から排水された測定値と比較した。また、JSCE-G504-2007「硬化コンクリートのテストハンマー強度の試験方法（案）」に準じ、シュミットハンマーNR 型による推定圧縮強度で比較を行った。

表-1 コンクリートの検討配合（24-15-20BB）

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
		W	C	S	G	A
57.3	46.6	173	302	824	986	3.02

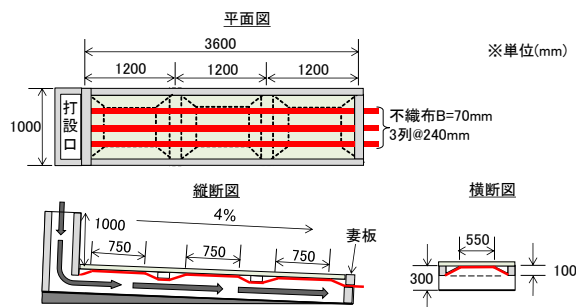


図-1 実大模型試験体

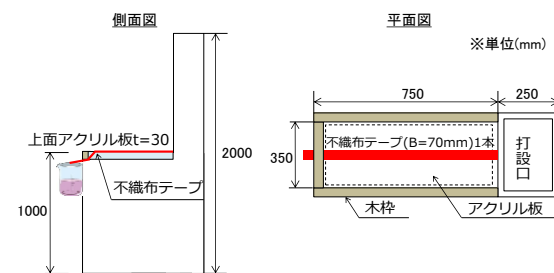


図-2 ブリーディング排出試験

キーワード トンネル覆工、不織布、天端充填、ブリーディング水

連絡先 〒270-1395 千葉県印西市大塚 1-5-1 竹中技術研究所 材料部門構造材料G TEL 0476-77-1229

③圧縮強度試験および曲げ強度試験

実験ケースは全3ケースで、ケース1は不織布なし、ケース2は図-3および図-4に示す位置に不織布を一体化させた供試体、ケース3はケース2と同位置に不織布と同じ寸法の切欠を入れ断面欠損とした供試体である。

圧縮強度試験はJIS A1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」、曲げ強度試験はJIS A1106「コンクリートの曲げ強度試験方法」に準じて試験を実施し、比較を行った。

3. 試験結果および考察

①実大模型試験

脱型後に型枠の凹凸形状を3分割した各部の仕上がり高さを測定し、充填されたコンクリート量を算出し、各型枠の内空体積64Lで除した値を充填率として評価した。脱型後の仕上がりおよび背面空洞状況、充填率の結果を図-5に示す。ケース1で最も空洞が発生した箇所の充填率は86%、平均で89%となった。ケース2では空洞が発生せず充填率100%となり、コンクリート充填促進効果を確認することが出来た。また、不織布テープにはセメントペーストが密実に充填され、目視による一体性が確認された。

②ブリーディング水排出試験

打設中のブリーディング排出量と硬化後の推定圧縮強度試験結果を表-2に示す。ケース1では上部からのブリーディング水の排出は確認されなかったが、ケース2では不織布から3時間で水量96.5gが排出された。ブリーディング試験で得られたブリーディング率0.66%から推定される模型のブリーディング量は約300gであり、不織布を介して全ブリーディング量の32%が排出されたことになる。残りのブリーディング水は蒸発や型枠の隙間から抜け出しが考えられる。また、反発度による推定圧縮強度はケース2がケース1より18%増加した。これは不織布がブリーディング水の排出を促進した効果によるものと考えられる。ブリーディング水がコンクリート中に巻き込まれると低品質層を形成し、コンクリートの均一性、一体性を損なうと言われており¹⁾、試験結果より、不織布のブリーディング水排出効果および天端部の推定強度増進効果を確認することが出来た。

③圧縮強度試験および曲げ強度試験

材齢28日における圧縮強度と曲げ強度試験結果を表-3に示す。ケース2の圧縮強度はケース1とケース3より15%増加し、不織布があることによる強度の低下はないことが確認された。ケース2の曲げ強度はケース1と同等だがケース3より37%増加し、断面欠損の影響が顕著な曲げ強度においても強度低下がほとんどないことから、不織布とコンクリートが一体化していると考えられる。

4. まとめ

トンネル覆工コンクリートのように上部が閉塞した空間に不織布テープを配置することにより、コンクリート打設後に余剰空気とブリーディング水を速やかに排出でき、空洞をつくることなく、密なコンクリートを打設できることが確認された。また、コンクリート打設完了時には不織布テープにセメントペーストが充填され、断面欠損の影響などで強度低下を生じないことが確認された。今後、実工事への適用事例を増やしていきたい。

参考文献

- 1) (社)土木学会：コンクリートライブラリー102，トンネルコンクリート施工指針(案)，p.47，2006。

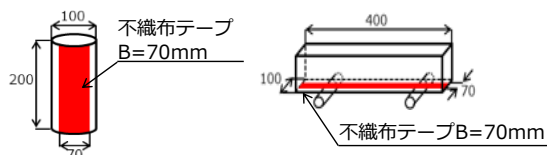


図-3 圧縮強度試験体 図-4 曲げ強度試験体

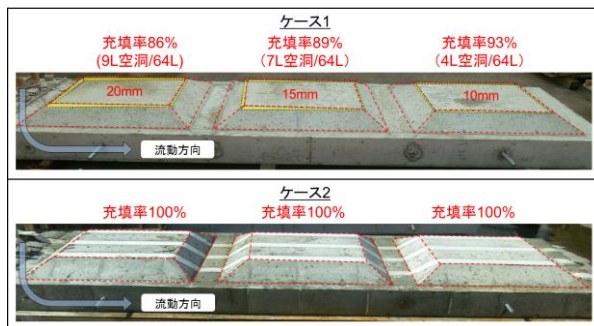


図-5 仕上がりおよび背面空洞状況

表-2 ブリーディング水排出試験結果

項目	ケース1	ケース2
ブリーディング排出量(g)	0.0	96.5
推定圧縮強度(N/mm ²)	26.0	30.8

表-3 圧縮強度、曲げ強度試験結果

項目	ケース1	ケース2	ケース3
圧縮強度(N/mm ²)	30.1	34.6	30.1
曲げ強度(N/mm ²)	4.29	4.15	3.02