

コンクリート系セグメントの表面補強材としての繊維シートの適用(1)

- コンクリートのはく落に対する抵抗性能 -

金沢工業大学(現,(有)引間工務店) 学生員 引間 昭光^{*1}
 金沢工業大学 正会員 木村 定雄^{*1}
 石川島建材工業(株) 正会員 橋本 博英^{*2}
 日本コンクリート工業(株) 倉木 修二^{*3}
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 水上 博之^{*4}

1. はじめに

現在，シールドトンネルの建設においては，コスト縮減や工期短縮を目的として，その用途に応じて二次覆工を省略する傾向が強まっている．しかしその一方で，覆工の耐久性能の観点にたつと，主体構造であるセグメントの初期性能は高いものの¹⁾，それを覆い保護してきた二次覆工がなくなることで，セグメントの性能が早期に低下することが懸念される．例えば，施工時に生じるセグメント表面の損傷，供用中の漏水現象による鉄筋腐食やかぶりコンクリート脆弱化などにより，セグメントの性能が低下することが想定される．

そこで，著者らは事前にセグメント表面に繊維シートを布設し，表面部コンクリートの損傷を抑制できるセグメント(Covered Segment with Fiber Sheet)を開発している．本報告は，CSFSの表面部コンクリートのはく落に対する抵抗性能を把握するために行った押抜き実験の結果について述べたものである．

2. 押抜き実験概要

本実験で用いた繊維シートの素材は，耐アルカリガ

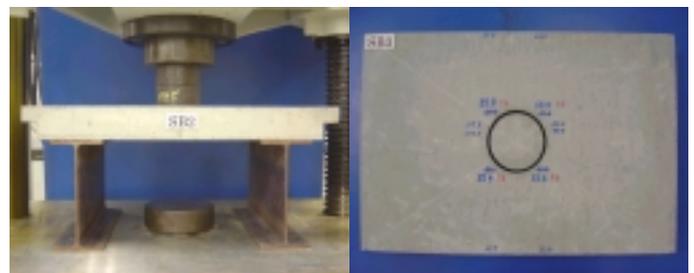
ラスを基本とした．表1は繊維シートの諸元を示したものである．繊維シートの種類はA～Dの4種類であり，それぞれ，格子サイズ，繊維の織密度および単位面積あたりの質量が異なる．供試体の作製に用いたコンクリートは表2に示すセグメント用コンクリートの配合を基本とした．押抜き実験に用いた供試体の形状寸法は600×400×60mmであり(写真1参照)，セグメントの内面側を想定した表面部(写真1(a)中の下側)に繊維シートを布設した．また，材齢14日目に写真1(a)中の供試体中央部の上方から， 7 ± 1 mmのかぶりを残して直径100mmの円形の切込みを設けた．写真1(b)は切込みの状況を示したものである．供試体数は繊維シートA～Dを埋設したケースおよび繊維シートを埋設しないケースで各々2体ずつとした．押抜き実験は材齢49～55日で行った．材齢45日におけるコンクリートの圧縮強度は56.4N/mm²であった．実験は写真1(a)に示したとおりであり，支間長を300mmとし，その中央に位置する円形のコア部を上方から押し抜くものである．载荷は繊維シートがすべて破断した状態で終了した．なお，载荷速度は変位制御で0.5mm/minとした．

表1 繊維シートの諸元

シートの種類	格子サイズ(mm)	引張強度(N/25mm)		織密度(本/25mm)		単位質量(g/m ²)	厚さ(mm)
		タテ	ヨコ	タテ	ヨコ		
A	1.0×1.0	333	588	16×2	16	93	0.2
B	7.0×5.0	1750	1500	2.7×17	33	420	0.85
C	5.0×5.0	300	300	5.0×2	5.0	60	0.2
D	5.0×5.0	550	550	5.0×2	5.0	130	0.35

表2 示方配合

G _{max} (mm)	W/C (%)	空気量 (%)	S/a (%)	スランプ (cm)	単位量(kg/m ³)				混和剤
					W	C	S	G	
20	35	2.4	48	7.5	160	457	830	967	3.2



(a) (b)
写真1 供試体と実験状況

キーワード：シールドトンネル，セグメント，二次覆工，耐久性，繊維シート，ガラス繊維

連絡先 *1：〒921-8501 石川県 石川郡野々市町扇が丘 7-1 TEL：076-248-8426 FAX：076-294-6713
 *2：〒100-0006 東京都 千代田区有楽町 1-12-1 TEL：03-5221-7240 FAX：03-5221-7298
 *3：〒108-0075 東京都 港区港南 1-8-27 TEL：03-5462-1037 FAX：03-5462-1040
 *4：〒163-0730 東京都 新宿区西新宿 2-7-1 TEL：03-3344-0799 FAX：03-3344-1366

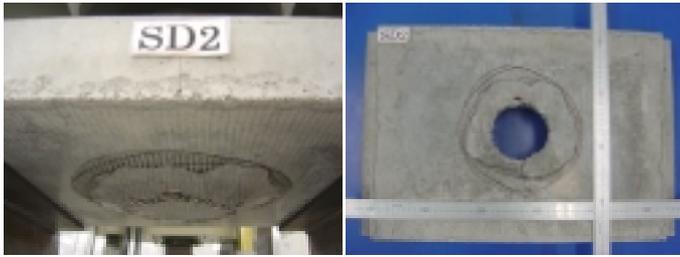


写真2 載荷状況および繊維シートのはく離状況

3. 実験結果およびその考察

写真2は押抜き実験の状況の一例を示したものである。図1に荷重と鉛直変位量の関係を示す。表中には最大平均鉛直変位量および実験終了後の平均はく離面積もあわせて示してある。繊維シートがないケースでは、最大荷重を経た後に急激な荷重低下が生じ、コア部のコンクリートが押抜きせん断破壊した。一方、繊維シートを布設してあるA～Dのケースでは、コア部のコンクリートのせん断破壊が生じた直後に荷重の低下がみられるものの、すべてのケースでコア部のコンクリートが破断した後にすぐには脱落しなかった。これは繊維シートの効果であり、また繊維シートの種類に応じて、変位追従性および荷重の保持性が異なる。変位追従性をみると、単位面積あたりの質量が小さいシートAでは約14mm、シートCでは約23mmの変位まで追従している。一方、単位面積あたりの質量が大きいシートBでは約37mm、シートDでは約30mmの変位まで追従している。荷重の保持性をみると、繊維の単位面積あたりの質量が大きいシートBおよびシートDでは鉛直変位量が15～17mmとなるまで、それぞれ約2kNおよび約1kNの荷重を保持している。したがって、コンクリートの押抜きに対する性能は、繊維シートの強度、すなわち、その単位面積あたりの質量や繊維密度に関係していると考えられる。

次に、繊維シートとコンクリートの付着性に着目して載荷終了後の繊維シートのはく離面積を求めた。図2はその結果である。繊維シートがないケースでは、円形の切込み部に沿ってコア部のコンクリートが脱落したため、平均はく離面積が小さい。一方、シートBのはく離面積が他のシートと比べて90cm²程度大きい。これは繊維シートの強度とともに、その格子サイズおよび厚さが大きいことが影響していると考えられる。また、すべてのケースで繊維シートが破断して載荷を終了したことをあわせ考えると、セグメントの内表面で、はく落を生じやすい隅角部や稜線部の局所に繊維

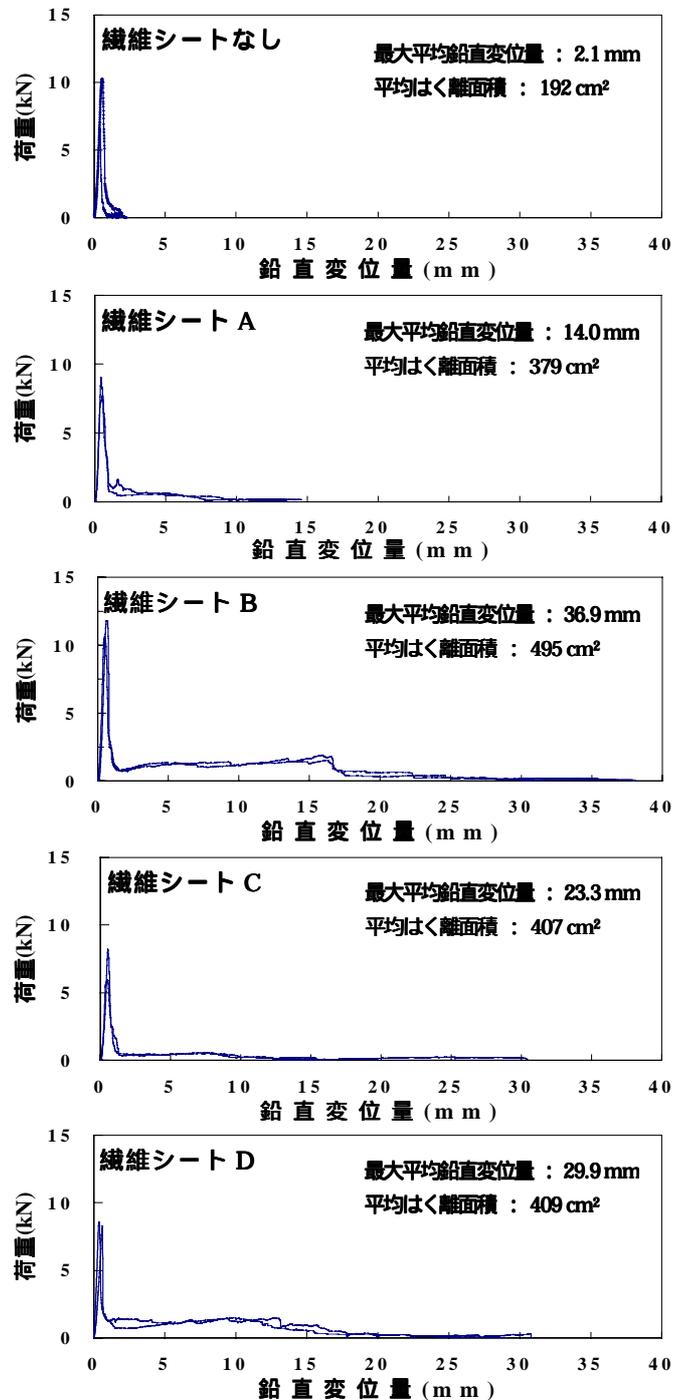


図1 荷重と鉛直変位量の関係

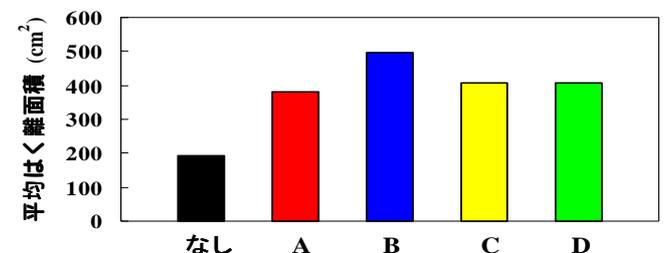


図2 押抜き後の繊維シートのはく離面積

シートを布設する際には、個々の繊維シートの強度に応じたはく離面積が、その最小布設面積を定めるときを目安になると考えられる。

[参考文献]例えば、木村、岡村、宇野、清水、小泉：シールド工事用コンクリート系セグメントの耐久性能と耐火性能、土木学会論文集、No.728/-58, pp.107-119, 2003.3.