

## トンネル内装に用いる粘着シート工の粘着特性の評価 -引きはがし速度が粘着力に及ぼす影響-

金沢工業大学大学院(現大成建設) 学生員 ○大橋 将太  
 中日本高速道路株式会社 正会員 鈴木 俊雄  
 株式会社ケー・エフ・シー 正会員 道上 剛幸  
 株式会社デーロスジャパン 正会員 林 承燦  
 金沢工業大学 正会員 木村 定雄

### 1. はじめに

道路トンネルでは、通行車両の視環境の確保および照明効果の向上等を目的として覆工コンクリートの側壁部にはタイルやパネル等の内装板が設置されている。ここで、経年したトンネルの変状をみると、タイルの割れ、はく離、また、浮かし張り工の胴縁の腐食などが散見されている。筆者らはタイルを主材とする内装工に代わるものとして、粘着シート材を用いた内装工（以下、粘着シート工）に着目し、粘着シート工の適用を試みている。ここで、内装工として粘着シート工を適用する場合、粘着シートにかかわる、品質・性能規格はなく、また、その試験法も存在しない。そこで、本研究では、まず、粘着シート工における粘着シートの引きはがし特性を評価するための試験法を検討し、JIS Z 0237の適用とその改善方法を指摘した<sup>2)</sup>。

本報告では、引きはがし試験法のさらなる改善に向けて引きはがし速度が粘着シート工の粘着力に及ぼす影響について検討したものである。

### 2. 実験概要

実験ケースおよび粘着シートの諸元を表-1 および表-2 に示す。引きはがしは変位制御の試験機を用い、引きはがし角度は $90^\circ$  および $180^\circ$  の2種類とした。引きはがし速度の影響を確認するにあたっては、 $3\text{mm/sec}$ 、 $5\text{mm/sec}$  および $7\text{mm/sec}$  の3水準とした。なお、粘着シート幅は $24\text{mm}$  とした。

粘着シートはポリエステル系を用いたシート材にアクリル系の粘着剤を重ね合わせた粘着シートを用いた。なお、粘着シートの弾性係数は一軸直接引張試験<sup>3)</sup>によって実施し、 $6.2 \times 10^2 \text{ N/mm}^2$ であることを確認した。

引きはがし実験前の供試体の状態を図-1 に示す。供試体の表面はJIS A 5371 コンクリート平板 ( $300 \times 300 \times 60\text{mm}$ ) をサンドペーパー (#80) のディスクサンダーを用いて研磨した。その後、表面を水洗いし、気中養生（温度  $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度  $65\% \pm 10\%$ ）で48時間の自然乾燥を施した。自然乾燥後、高周波容量式水分計によって5か所で測定し、その

表-1 実験ケース

引きはがし 角度	粘着シート幅	引きはがし速度	実験 枚数
	(mm)	(mm/sec)	
$90^\circ$	24	3	3
		5	
		7	
$180^\circ$		3	
		5	
		7	

表-2 粘着シートの諸元

層	材質	層厚	合計層厚
シート層	ポリエステル系	0.05mm	0.35mm
粘着剤層	アクリル系	0.3mm	

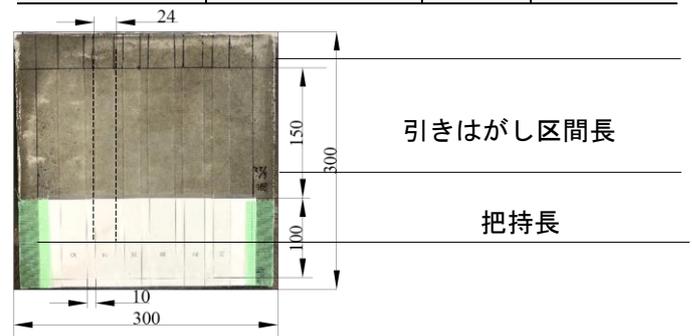


図-1 供試体（粘着シートの貼付面）

平均表面水分率は $5 \pm 2\%$ であることを確認した。下地材は、二液混合エポキシ樹脂をプライマーとして用い、塗布(塗布量： $75\text{g/m}^2$ )し、刷毛塗りの一層を施した。48時間の気中養生後、プライマー塗布面の片側に幅 $110\text{mm}$ のはく離紙を設置し、長さ $250\text{mm}$ 、幅 $24\text{mm}$ の短冊状の粘着シートをヘラで空気が入らないように貼付した。なお、粘着シートの貼付はシート長さ $250\text{mm}$ のうち、引きはがし区間長を $150\text{mm}$ 、把持長を $100\text{mm}$ とし、把持長の $100\text{mm}$ 区間ははく離紙の上面に、引きはがし区間長の $150\text{mm}$ の区間はプライマーの上面に貼付している。粘着シートの貼付後、圧着ローラー(質量 $2000\text{g}$ )を用いて2往復(転圧速度 $10 \pm 0.5\text{mm/sec}$ )の転圧処理を施し、7日間の室内気中養生を行った。

引きはがし実験は図-2 に示すように、サンプリング速度が $0.0005$ 秒間隔で読み取れる荷重測定器を変位制御の試験機に固定させた。なお、荷重測定器の把持具より粘着シートの把持長の端部を掴み、変位制御の試験機を上部に引き上げる

キーワード：トンネルの内装工，変状，粘着シート，維持管理

連絡：〒924-0838 石川県白山市八東穂 3-1 地域防災環境科学研究所 TEL:076-274-7009 FAX:076-274-7102



はく離形式	呼び名
シート層内のはく離	A はく離
シート層と粘着剤層との間のはく離	B はく離
粘着剤層内のはく離	C はく離
粘着剤層とプライマー層との間のはく離	D はく離
プライマー層内のはく離	E はく離
プライマー層とコンクリート層との間のはく離	F はく離
母材コンクリートの破壊	G 破壊

a) 90° の場合

180° の場合

図-3 はく離形式とその呼び名

図-2 引きはがし試験の状況

ことで引きはがし実験を実施し、引きはがしによる抵抗力（以下、引きはがし荷重）を測定した。また、あわせてはく離状況も観察した。図-3（はく離形式とその呼び名）を示す。

4. 引きはがし実験結果と考察

各引きはがし角度の試験結果を図-4および図-5に示す。引きはがし角度 90° をみると、図-4の実験ケースにおいて、開始後 10mm 程度まで粘着剤層とプライマー層の間のはく離（D はく離）が生じ、その後、荷重が約 5 割低下し、シート層と粘着剤層の間のはく離（B はく離）に移行した。引きはがし長さ 10mm 以降、B はく離の状態では、引きはがし荷重が安定し、引きはがし長さ 20mm から 100mm では、ほぼ一定の荷重値が得られた。このケースはシート層と粘着剤層との間の粘着力が粘着剤層とプライマー層との間の粘着力が比較的小さい場合に生じるものである。

他方、引きはがし角度 180° の場合、引きはがし荷重の最大値の平均 62N であり、90° の場合の平均 72N と比べて、約 1 割程度小さくなる傾向にある<sup>2)</sup>。また、引きはがし長さ 20mm 以降において、B はく離と D はく離の両者のはく離ケースがみられ、D はく離では荷重が大きくなる傾向があった。B はく離と D はく離の両者のはく離ケースがみられた理由として、粘着剤の粘着力または、粘着剤層の厚み等のバラツキ（品質の不安定さ）による影響であると推定する。これらより、シート層と粘着剤層の粘着力と粘着剤層とプライマー層の粘着力の差が小さい場合、引きはがし実験中でははく離形式の変化による引きはがし荷重への影響はないと考えられる。なお、20mm 以降の引きはがし荷重の平均値で引きはがし角度 90° と 180° を比較すると、引きはがし初期のはく離形式が D はく離で、その後のはく離形式が B はく離の場合、引きはがし角度 90° に比べて、180° の荷重が 1 割程小さくなる結果であった。これは、シートの剛性による影響や力の伝達角度の違いによる影響であると考えられる。

以上のことからはく離形式は引きはがし開始後の初期の伝達力の増加区間ではシートの剛性や厚みの影響を

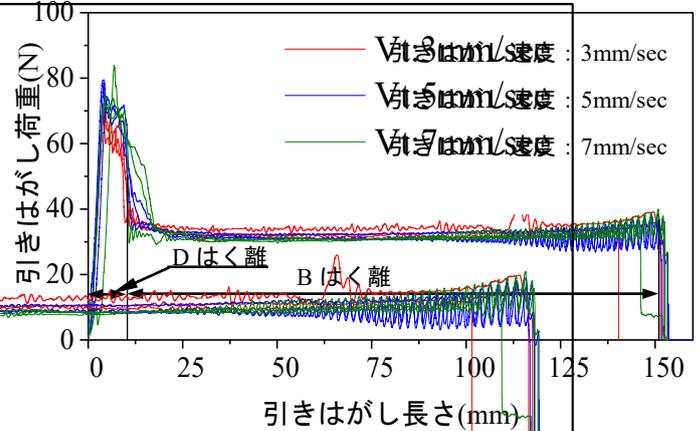


図-4 引きはがし実験結果(90°)

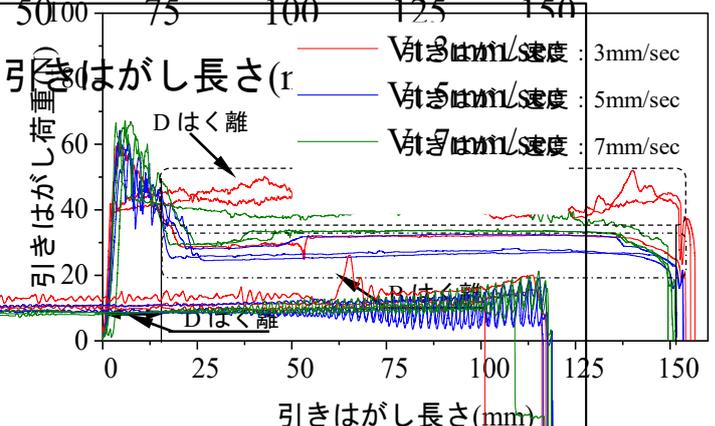


図-5 引きはがし実験結果(180°)

引きはがし長さ (mm) 20mm 以降ではシートの剛性に加えて、各層間の粘着力やその品質に影響することがわかった。これらより、本実験の範囲内では、引きはがし速度の影響はほとんどないといえる。

5. まとめと展望

引きはがし速度 3mm/sec から 7mm/sec の間では引きはがし速度が引きはがし荷重に及ぼす影響はないといえる。はく離形式は試験初期の伝達力の増加区間では粘着シートのたるみや粘着シートの剛性等の影響を受け、20mm 以降は各層間の粘着力、粘着シートの厚みおよびその品質に影響することが考えられる。

参考文献

- 国土交通省, トンネル内装板に関する検討会, 北陸地方整備局北陸技術事務所第一回検討会資料, <http://www.hrr.mlit.go.jp/hokugi/file/mijika/kentousiryou.pdf>, p.17, 2019. 8. 6
- 鈴木俊雄, 大橋将太, 道上剛幸, 林承燦, 木村定雄: トンネル内装となるシート工の付着性の評価, トンネル工学報告集, 第 29 巻, I -27, pp1-5, 2019. 11.
- JIS K7127: プラスチック-引張特性の試験方法, 1999.