

北海道開発局土木試験所 正員○大島 久

北海道開発局土木試験所 大西昭雄

北海道開発局建設部 角田和久

1. まえがき

道路橋の伸縮継手として、合成ゴムと使用しに構造が多く用いられてきた。

合成ゴム伸縮継手は、他の形式の伸縮継手に比べて、次のような利点が強調されている。

- (1) 自動車の走行感が良い。 (2) 耐摩耗性、耐薬品性などの物理的および化学的性能が良い。⁽³⁾
 (3) 施工性⁽²⁾⁽⁹⁾が良い。 (4) その他

これに反し、施工されに合成ゴム伸縮継手には、各種の破壊例が見られる。

昭和41年度に、北海道開発局において、橋梁伸縮継手構造の現況調査と行った結果⁽¹⁾は、合成ゴム伸縮継手と使用しに39箇所のうち6箇所すなわち約15%が補修を必要とする程度の損傷があり、鋼製櫛型伸縮継手では、239箇所のうち5箇所すなわち約2%が損傷を受けていた。

その後現在までに、合成ゴム伸縮継手の使用箇所数は激増しているが、破壊比率は余り変らない。

本文では、これらの破壊例とその原因、各種室内試験結果および設計・施工上の提案などを記す。

以下文中において、次の表現を行う。

- (1) 合成ゴム伸縮継手 : 道路橋において、伸縮部に合成ゴムと使用しに上部工の継手部と総称し、構成する各部と、合成ゴム部、取付部、防護工という。
 (2) 合成ゴム部 : 合成ゴム部分をいう。
 (3) 取付部 : 合成ゴム部と床版又は橋体などと結合する鋼材などの部分をいう。
 (4) 防護工 : 橋面舗装と合成ゴム部又は取付部との間に設けられに部分をいう。

2. 破壊例とその原因⁽⁴⁾

2-1. 合成ゴム部

破壊例は、(1) 切り傷が生じに。(2) 削り取られに。(3) 引き裂かれに、などである。

原因は、(1) 自動車のスパイアタイヤーのスパイアなどが傷つけに。(2) 除雪時にモーターグレーダー又は、ブルドーザーの刃先が削に。(3) 重荷重が集中載荷して破断しに、などである。

2-2. 取付部

破壊例は、(1) 鋼材などが変形しに。(2) 取付金物のアンカーバーなどがゆるんじり切れに。

(3) 取付金物のアンカーボルトのナット又は、ボルトがゆるんじり抜けに、などである。

原因は、(1) 輪荷重が集中載荷しに場合、取付金物の剛性が不足であつに。(2) 取付金物のアンカーバーなどが、附着又は受圧に有効なコンクリートに充分埋め込まれていなか、たり、橋体と一体となつていなか、に。(3) アンカーバーなどが取付金物と接合不良および、アンカーバーの本数少いにめ強度不足。(4) 取付金物がL形構造であるため、輪荷重によってL形構造が回転し、アンカーボルトおよびナットに引張力および水平力が働き、ナットがゆるみ、アンカーボルトがゆるんじり抜けに、などである。

2-3 防護工

破壊例は防護工自体であって、その原因は、(1) 防護工支圧強度不足のため、(2) 耐摩耗性不足のためタイヤチェーンによりスリヘリと生じ、(3) 合成ゴム板とボルトで取付けに構造では、ボルトのナットが車輪およびタイヤチェーンによりスリ切れて、合成ゴム板が外れた。(4) 取付け部が破壊したため、取付け部背面の防護工も破壊した。(5) 低温時施工したため、防護工と床版又は橋体との付着が不十分なため破壊した。などである。

3. 合成ゴム部の耐候性と耐摩耗性

寒冷地における合成ゴム伸縮継手は、大気曝露中に老化し、それが凍結融解作用を受け、更にタイヤチェーンにより摩耗する事態が考えられるので、次のような室内試験を行う。

3-1. 試験内容

(1) ウェザーリング試験

ウェザーメーターによって、1000時間のアーフライトと照射し、照射前後の外観、重量、硬度について測定した。(アーフライト2箇掛けのウェザーメーター照度は、東京附近の日光曝露の約40倍に相当するので、1000時間照射は、約4年7ヶ月の日光曝露に相当する)

(2) 凍結融解試験

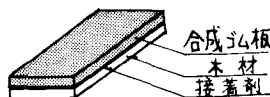
凍結融解試験機によって、供試体中心温度が -18°C および $+4.5^{\circ}\text{C}$ となるような温度条件を2.5時間ごとに300回繰り返す、外観、重量、硬度について測定した。(ASTM C 290-63Tのコンクリートの凍結融解試験基準に準じた)

(3) ラベリング試験

$-10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ の低温室において、供試体をラベリング試験機にかけて、スリヘリ量を測定した。ラベリング試験とは、機上に握えられた供試体が水平方向に往復運動し(毎分66往復)、その上にチェーンをつけた車輪が毎分200回で回転しながら毎分33回接して、供試体を摩耗させる試験である。

(4) 供試体

- (1) 合成ゴム板を幅14cm、長さ40cmに成型したもの。2社製品を1種ずつ計2種類。



(1) 合成ゴム板

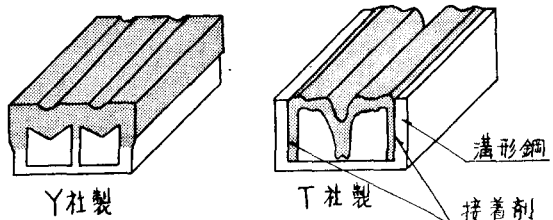
図-1 供試体

- (2) 合成ゴム伸縮継手を成型したもの。2社製品を1種ずつ計2種類。

(2) 合成ゴム伸縮継手

3-2 合成ゴム部室内試験結果

試験結果は表-1に示すように、ウェザーリング試験と凍結融解試験とを行、以後では(本文では老化後という)、老化前に比べて重量の増減はほとんどなく、硬度は高くなっている。すなわち耐候性が大きい。又、老化後ではスリヘリ量が大きくなり、耐摩



耗性が低下している。にほし、スリヘリ量の値そのものが非常に小さいので、実用上 低下は無視出来ると思う。表-2にアスファルト合材のラベリング試験によりスリヘリ量と参考例とを比較し、合成ゴム部はアスファルトモルタルの基準値の1/100に近く、耐摩耗性が高いことがわかる。

4. 防護工の耐候性と耐摩耗性

防護工に必要な条件としては、(1) 耐摩耗性が合成ゴム部に匹敵する。(2) 施工性が良い。(3) 合成ゴム伸縮継手の利点を損わない材料である。(4) 安価である。

表-1 合成ゴム部 室内試験結果

供試体 番号	重量	硬 度				スリヘリ量			
		老化前 度	老化後 度	増減 度	変化率 %	老化前 cm ²	老化後 cm ²	増減 cm ²	変化率 %
合成 ゴム 板	Y-1	49	54	+5	+10	0.03	0.06	+0.03	+100
	Y-2	49	54	+5	+10	0.02	0.08	+0.06	+300
	T-1	51	70	+19	+37	0.02	0.04	+0.02	+100
	T-2	50	60	+11	+22	0.03	0.06	+0.03	+100
合成 ゴム 地す	Y-1	50	54	+4	+8	0.01	0.01	0	0
	Y-2	50	54	+4	+8	0.01	0.01	0	0
	T-1	58	62	+4	+7	0.01	0.01	0	0
	T-2	58	63	+5	+8	0.01	0.01	0	0

などが考えられる。

これらの条件を満足する材料として、種々の骨材を用いてレジンコンクリートの供試体を作成し、ラベリング試験を行った。

(レジンコンクリートは、ウェザリング試験では僅かに変色するだけで強度に変化なく、凍結融解試験では重量変化は0.1%未満、弾性係数変化も3%未満である)

(注1) 老化とは、ウェザリング試験と凍結融解試験を行った後の状態を示す。

(注2) スリヘリ量の最小値は0.01としに。

(注3) 硬度はゴム硬度計により測定し、(JISK 6001 スプリング式 カタツ試験)

表-2 アスファルト合材スリヘリ量(参考値)

合材名	アスファルト			石粉 砂 屑石			スリヘリ量 cm ²
	品	%	質	品	%	質	
アスファルト モルタル	ストレート	12	18	70	0	0	1.22
	ファイアストーン R 504	12	18	70	0	0	0.53
	A B C (ゴム入り)	12	18	70	0	0	0.40
	ポリベーズ	12	18	70	0	0	0.13
ペースアスファルト	ストレート	8	28	19	45	0	0.23

1.3cm²以下)に全部合格している

(注1) アスファルトモルタルの基準値はスリヘリ量が1.3cm²以下。

が、合成ゴム部のスリヘリ量に近づけるために、0.15cm²以下と選ぶと、骨材にシリカサンド、ガラスチップを入れレジンモルタルが耐摩耗性が良い。

アスファルト合材の耐摩耗性判定基準では、タイヤーチェーンによってモルタル合がスリヘリ、骨材が抜け出るので、モルタルのスリヘリ量だけで耐摩耗性を規制しているが、レジンコンクリートはモルタル合が単独にスリヘリすることはなく、骨材の付着が強く、骨材のスリヘリがレジンコンクリートのスリヘリ量を支配するので、表-3の下段のようにレジンコンクリートを用いることがレジンモルタル場合より安価でかつ必要な条件を満足する防護工が得られる。

表-3 防護工ラベリング試験結果

配 合				スリヘリ量 (cm ²)				
樹脂	細骨材	粗骨材	%					平均
				1	2	3		
15	酸化	85	0	0.89	0.65	0.66	0.73	
15	アルミ	85	0	0.21	0.17	0.41	0.26	
15	(エメリ)	85	0	0.90	0.62	0.83	0.78	
15	珪砂	85	0	0.29	0.05	0.03	0.12	
15	(オリビン	85	0	0.07	0.02	0.13	0.07	
15	サンド)	85	0	0.19	0.03	0.36	0.19	
15	珪砂	85	0	0.14	0.11	0.05	0.10	
15	(シリカ	85	0	0.10	0.09	0.14	0.11	
15	サンド)	85	0	0.30	0.14	0.12	0.19	
15	ガラス	85	0	0.14	0.08	0.28	0.17	
15	ロービ	85	0	0.13	0.11	0.20	0.15	
15	ング	85	0	0.14	0.17	0.10	0.16	
15	ガラス	85	0	0.07	0.08	0.14	0.10	
15	チップ	85	0	0.18	0.07	0.08	0.11	
15	フ	85	0	0.14	0.08	0.11	0.11	
10	川砂	30	60	0.02	0.01	0.03	0.02	
10		30	60	0.03	0.02	0.02	0.02	
10		30	60	0.04	0.02	0.03	0.03	

(注1) %は重量比を示す。

(注2) 樹脂とはモルタル用合成樹脂。

にだし、平坦度ではレジンモルタルに劣るが、走行性に影響する程度ではないと思う。

5. 設計および施工上の提案

寒冷地における合成ゴム伸縮継手の設計および施工には、次のような事項を勘案すべきと思う。

- (1) 合成ゴム部の損傷を防ぐに、防護工を設ける。

防護工は、幅10cm、厚さは舗装厚程度で5cm以上とし、舗装面と同一高さに設ける。

合成ゴム部は、防護工表面高さより2～5mm下けて設ける。

防護工の配合は、モルタル用合成樹脂：砂：砂利又は碎石(最大粒径25mm以下)と1：3：6の重量比とし、骨材は乾燥して使用し、平均気温10℃以下では保温又は加熱養生して施工する。

- (2) 伸縮量が非常に小さい場合以外は、合成ゴム部の圧縮量の調整を完全に出来る構造とする。

冬期間に極低温となる地方で用いる場合は、常温(+20℃前後)の圧縮量より大きくとること。
(-35℃では+20℃の2倍以上とする)⁽²⁾

- (3) 接着剤によって合成ゴム部と取付部を接着する構造は、水密性が必要な継手には用いない。

水密性が不要な場合でも、脱落防止とモーターグレーダーの刃などによる剥離に抵抗するための取付方法を考慮する。

- (4) 山形鋼などを取付部として使用する構造は、破壊防止のために強固なアンカー方法を考慮すべきである。

- (5) 地盤部の伸縮継手は、橋面上の伸縮継手と同一構造物を一体として施工するのが望ましい。

止むを得ず流し込み式又は、サンドウィッチ式の合成ゴム系材料による継手を用いる場合は水密性が不要な場合とする。

6. あとがき

合成ゴム伸縮継手は、新しい材料を用いて新しい工法であり、材料面および構造面において、日々改良進歩しているので、本文に取り上げていない事柄や改善済の点などが生じていると思うが、本文が合成ゴム伸縮継手の適正な使用と発達に役立てば幸いである。

参 考 文 献

- (1) 橋梁伸縮継手構造に関する研究。北海道開発局土木試験所、建設部道路建設課
才10回北海道開発局技術研究発表会論文集
- (2) 「RUB」方式伸縮継手。工学研究編集部 工学研究 16巻12号
- (3) 橋梁用ゴム材の耐久性に関する研究。光岡。 橋梁と基礎 1-4
- (4) 合成ゴム系伸縮継手に関する室内試験と現場試験について。角田、大島、大西。
土木試験所月報 165号
- (5) 寒冷地における表層用アスファルト合材の配合設計。小山、高橋他。道路 1965年8月
- (6) アスファルト混合物のスリヘリ抵抗性に関する暫定試験方法。土木試験基準(案)
建設省土木研究所 昭和43年2月
- (7) レジンコンクリートについて。岡田、坂村、村井、佐藤。 材料 16巻167号
- (8) 路面の凹凸と乗心地係数について。市原、池田 土木技術資料 8-12
- (9) 伸縮継手部の走行性に関する調査および研究。野口、沖野。 道路 1967年3月