

[224] 道路橋伸縮継手の取付けコンクリートに用いる新材料について

正会員 ○野田行衛 (川田工業 研究室)
井城昭平 (川田工業 技術部)
町田文孝 (川田工業 研究室)
霜越森義 (電気化学工業研究部)

1. まえがき

道路橋伸縮継手の取付けコンクリートは、一般に新規橋梁については床版コンクリートと同種の材料が使用され、補修工事においては交通の早期開放のために超速硬性のセメントコンクリートや樹脂コンクリートが用いられる場合が多い。

取付けコンクリートは走行車輛の衝撃力を繰り返し受け、また摩耗も著しいことなどきわめて過酷な状態で使用されることから、材料には耐衝撃性、耐摩耗性さらに付着性能に優れることが要求される。このような観点から今般エポキシ樹脂に合成ゴムを混合した樹脂コンクリート(以下弾性コンクリート)を開発した。本材料は速硬性および上述の性能を満足する他、従来のコンクリートに比較して弾性係数($E = 2 \sim 8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$)が低いのが特徴である。

本論では弾性コンクリートの各物性を検討した試験結果および実橋の伸縮継手に適用した施工例を示し、経時的に行った動ひずみ測定の結果について報告する。

2. 使用材料

弾性コンクリートの構成材料は以下の通りとする。

結合材; エポキシ樹脂と液状クロロブレンゴムの混合物およびアミン系硬化剤

細骨材; 4号と7号の乾燥硅砂

粗骨材; 25mm以下の乾燥碎石

3. 物性試験と実橋測定の目的

本材料を開発する上において次の3点に着目して、種々の物性試験を行った。

- (1)耐衝撃性、耐摩耗性および付着性能に優れること。
- (2)冬期施工においても施工性が良いこと。
- (3)補修工事では、交通の早期解放は不可欠であることから速硬性を有すること。

主剤に含まれるエポキシ樹脂とゴムの混合比率は、上記の条件を満足させる上において重要な因子であり力学特性、硬化速度、施工性に大きな影響を与えることが考えられる。すなわち、ゴムは耐衝撃性に対して、エポキシ樹脂は強度と硬化速度に対して支配的要素を持つことから、物性試験にあたっては、上記の条件を満足する主剤(ゴム/エポキシ樹脂)の最適混合比率を決定することが必要であった。

また、コンクリートの硬化速度は温度による依存度が高く、養生温度により早期強度発現が可能であるが、養生温度と経過時間による強度の関連を調べ、現場施工の養生方法に対する検討データを得ることも必要であった。

一方、本材料を適用した継手部に対して、走行荷重による実橋測定を行うことにより、継手部の挙動を明確にする必要があり、また長期測定により経時的な変化を調査し、材料の信頼性の確認を行うものとした。

4. 物性試験

4-1 ゴム変量と強度

主剤に混入するゴム量による強度の影響を検討するために、主剤の総重量を一定にしてゴムとエポキシ樹脂量を変化させ、4種類の樹脂モルタル供試体の実験を行った。

モルタル供試体に使用した主剤の混合比率は表-1に示す。配合は結合材/細骨材=1/5とし、 $\phi 5 \times 10 \text{ cm}$ の円柱供試体を使用した。また、曲げ強度試験は $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ の供試体を用い、支間中央の1点荷重状態で行った。衝撃試験は $16 \times 16 \times 4 \text{ cm}$ の板上に重さ 1.35 kg の鋼球を自由落下させ、板が破壊するときの落下高さで耐衝撃性を評価するものとした。

図-1は耐衝撃性試験の結果を示し、図-2は圧縮強度および主剤粘度の測定結果を示す。ゴム成分の増加に伴い耐衝撃性は増すが、ゴム/エポキシ樹脂が0.4と0.25の間で急激な変化を生じ50%以上の低下が認められる。ゴムを含まない供試体では、セメントコンクリートとほぼ同一の値であった。一方、圧縮強度はゴム量に比例して低下傾向を示し、主剤の粘度はゴム量増大に伴って高くなるため、施工性が悪化する傾向を示す。このため、図-1と図-2の結果から、弾性コンクリートが所定の強度(RC床版強度程度 $\sigma_{OK} = 250 \text{ kg/cm}^2$ 以上)を有し、耐衝撃性にすぐれる条件を満足し、しかも、粘性を低くして施工性を良好にするには、ゴム/樹脂=0.4とするのが最適と考えられる。

4-2 主剤粘度と施工性

施工性は主剤の粘度により影響を受け、粘度は温度によって著しい変化を受ける。所定配合の弾性コンクリートは混合物粘度が2000CPS以下ならば、スランプは5~6cmを示し、施工性を確保することができる。図-3は溶液粘度と温度の関係を示したものであり、この結果から、混合物粘度を低減し、施工性を確保するには混合物の温度を15℃以上にするのが望ましく、このために、冬期施工現場においては主剤や硬化剤を加温する必要があるものと思われる。

4-3 接着強度

弾性コンクリートと普通セメントコンクリートの接着強度試験では、弾性コンクリート強度が大きいためセメントコンクリート面において破壊が生ずる。しかし、鉄板との付着ではコンクリートの強度以下で接着面から剥がれることが考えられることから、鉄板とモルタルを一体とした供試体の引張り試験を行った。供試体は $3 \times 3 \text{ cm}$ の鉄板に5mm厚のモルタルを取付け、プライマーを塗布したものとプライマー無しの供試体について試験を行った。なお、プライマーは、主剤と同一のものを使用した。

図-4は試験後の鉄板面の状況をスケッチしたもので、黒色部分はモルタルを示す。この結果から、プライマー無しの場合、鉄板との接着力はモルタル強度よりも小さいが、プライマー塗布によって接着力

表-1 供試体のゴム変量

		(20℃ 7日養生)				
成分	No.	1	2	3	4	セメント コンクリート
ゴム		60	40	20	0	水セメント比 =0.38
エポキシ樹脂 (硬化剤含む)		80	60	80	100	
硬化剤		70	70	70	70	
粘度 (CPS)	主剤	4450	2850	1720	1060	—
	硬化剤	300	300	300	300	—

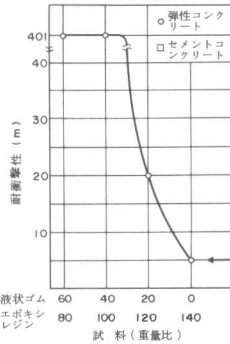


図-1 ゴム変量と耐衝撃性

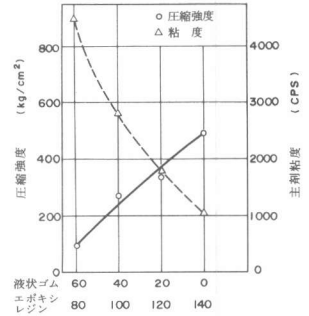


図-2 ゴム変量と圧縮強度および粘度

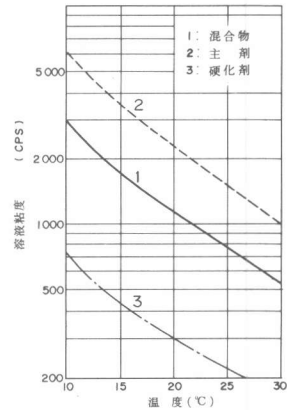


図-3 温度と粘度

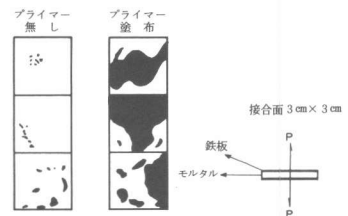


図-4 鉄板とモルタルの接着試験

が増大することが判明した。すなわち伸縮装置の鋼製部分と弾性コンクリートの接触面ではプライマーの塗布が有効である。

4-4 耐摩耗性と耐流動性

次の条件下でホイルトラッキング試験とラベリング試験を行った。

耐流動性；ホイルトラッキング試験

タイヤ接地圧 6.4 kg/cm²
測定温度 60℃
走行時間 60分

耐摩耗性；ラベリング試験

チェーン Ø7mmクロスチェーン
測定温度 -10℃
測定時間 90分

表-2は弾性コンクリート、ゴムを含まない樹脂コンクリートおよび超速硬化のセメントコンクリートの比較実験結果を示す。耐流動性試験では、ほとんど変化は認められず、材料の種類による違いはなかった。しかし、耐摩耗性に対しては弾性コンクリートがきわめて優れていることが確認され、ゴム混入による効果が明確である。

4-5 初期加熱条件と強度

図-5は弾性コンクリート打設後、一定温度下で1時間の加熱養生を行い、その後外気中で放置した場合の圧縮強度変化と時間の関係を示したものである。試験結果が示すように気温が10℃以下では短時間の硬化は不可能であり、冬期施工では加熱養生が不可欠である。弾性コンクリートは硬化過程で著しい発熱があるため、その熱により硬化速度が急激に加速されることから、反応開始温度にコンクリート温度をできる限り早く近づけることが必要と考えられる。交通解放時の強度については明確な規定は示されていないと思われるが、一般の床版コンクリートと同程度とするには、打設時のコンクリート温度あるいは打設量にも依るが、50～60℃以上の養生温度が必要であると思われる。

5. 実橋測定

東京都内環状線立体橋の伸縮装置取替工事に本材料を使用し、伸縮装置、アンカ鉄筋にひずみゲージを貼付し、また床版コンクリート内に埋込みゲージを設置して走行荷重による発生ひずみを経時的に測定した。(図-6, 7)

施工した2箇所の伸縮継手部において弾性係数の異なった弾性コンクリートを使用した。使用材料の特性値と使用箇所をそれぞれ表-3と図-8に示す。

図-9以下は施工6ヶ月後の走行車輛による動ひずみ測定結

表-2 耐流動性及び耐摩耗性

種類	弾性コンクリート	樹脂コンクリート	超速硬セメント
コンクリート処方			
新材料結合材	1		
樹脂コンクリート結合材		1	400
セメント			
砕砂(4号/7号=1/1)	3	3	650
粗骨材	5	5	1,240
減水剤			2
緩凝結防止剤			0.2
水			150
耐流動性(at60℃)	Start後数回の配圧力で0.01mmの変形を示すが、以後60分間変化なし		—
耐摩耗量(cm ³ at-10℃)	0.04	0.34	1.65

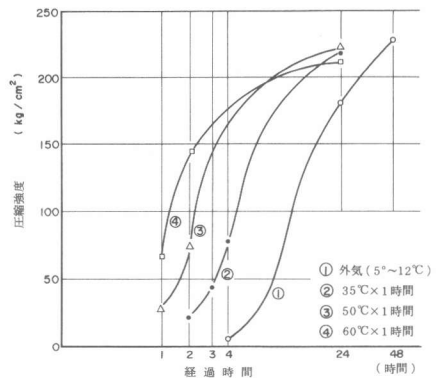


図-5 初期加熱条件と強度

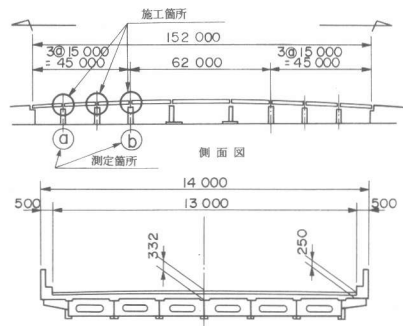


図-6 橋梁一般図

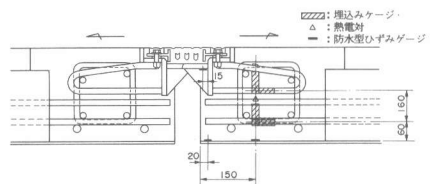


図-7 ひずみゲージ配置図

果の1部を示したものである。

図-9は大型車輛による床版コンクリートの橋軸直角方向の発生ひずみを示す。また、図-11は、一定時間内に床版コンクリートに発生するひずみを度数分けしたものである。路面との段差など施工上の相違により伸縮装置あるいは床版に与える衝撃力が異なるために、量的に比較することは不可能であるが、床版コンクリート内の発生ひずみは、すべてNo.1を使用した継手の場合、相対的に大きい値を示した。

伸縮装置のひずみゲージは、荷重を支持するプレートに取付けられているが、図-10に示すように弾性係数の高い床版に固定されている場合、装置に発生するひずみ量は大きく、応力変動がはげしい傾向がみられたのに対し、弾性係数の低い場合の発生ひずみ量は、きわめて小さい結果が得られた。

6. まとめ

以上、物性試験と実橋測定結果をまとめると次のようになる。

- (1) 主剤に含まれるゴム成分が多くなると、弾性コンクリートの耐衝撃性は増すが強度、施工性、硬化速度は低下する。
- (2) 鉄板との接着にはプライマーを塗布するのが有効である。
- (3) ゴムの混合により、耐摩耗性は著しく向上する。
- (4) 冬期の現場において施工性を良好にするには、結合材を保温する必要がある。
- (5) 今回の伸縮装置の場合、低弾性率のコンクリート床版に取付けた装置の発生ひずみ量はきわめて小さい。

参考文献

- 1) 野田・町田, 井城; 伸縮継手裏込め材への弾性樹脂コンクリートの適用について, 土木学会第40回年次学術講演会
- 2) 川田技報 Vol 5, 1986

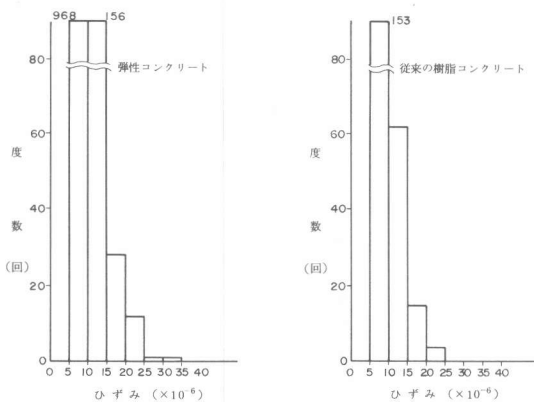


図-11 コンクリート内部発生ひずみヒストグラム

表-3 使用材料物性

	No.1 弾性樹脂 コンクリート	No.2 樹脂 コンクリート
圧縮強度(MPa)	43.4	82.1
弾性係数(N/mm ²)	8.0×10^4	2.3×10^5
曲げ強度(MPa)	22.2	26.3
耐衝撃性(m)	4.0	1.7

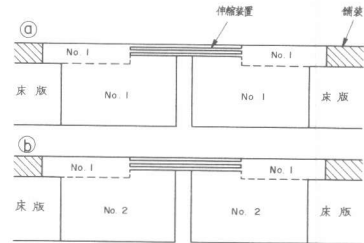


図-8 材料の使用箇所

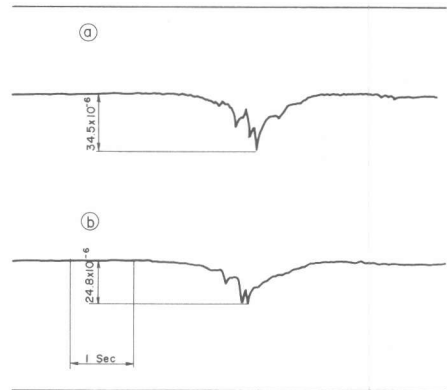


図-9 床版コンクリートひずみ(橋軸直角方向)

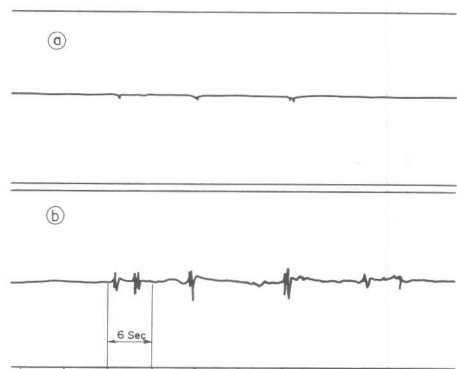


図-10 伸縮装置部のひずみ