

【論文・報告】

道路橋伸縮継手取付けコンクリート用 新材料の実用化

New Application for Polymer Concrete in Rehabilitation of Expansion Joint

野村国勝*
Kunikatsu NOMURA

井城昭平**
Shouhei IKI

鈴木宏治***
Hiroharu SUZUKI

野田行衛****
Yukie NODA

町田文孝*****
Fumitaka MACHIDA

1. はじめに

近年、車輌の大型化や交通量の増大に伴い橋梁は非常に過酷な状況化にあり、伸縮継手部の破損例が数多くみられる。伸縮継手部の破損には、伸縮装置自体の破損の他に、取付けコンクリートの損傷も多く報告されている。

取付けコンクリートに使用される材料は、一般には床版を構成する材料と同一品質のものであるが、補修工事においては、早期交通開放のために超速硬セメントコンクリートや樹脂コンクリート（モルタル）が利用される場合が多い。しかし、これらの材料は高強度を有する材料ではあるが、耐衝撃性に対しては余り有利とは言えない。また、セメントコンクリートにおいては、樹脂系のコンクリートに対して耐摩耗性が大幅に低下することが明らかにされている。そこで、取付けコンクリートの性能にとって、耐衝撃性、耐摩耗性、付着性が重要であると考え、今般、エポキシ樹脂に合成ゴムを混入したレジンコンクリート（以下弹性コンクリート）を開発した。

開発にあたっては、本材料の各種物性試験、施工性試験、伸縮継手模型供試体試験、現場施工における管理方法の確立などが重要な事項であった。

また、昭和60年3月には、東京都内環状7号線の大和陸橋において本材料を用いて本格的な伸縮継手補修工事を実施した。

本論では、材料物性試験、伸縮継手模型実験の結果および施工内容について述べる。

2. 新材料の特長

本材料は、エポキシ樹脂に合成ゴムを混合させた主剤を結合材として使用しているため、従来の樹脂コンク

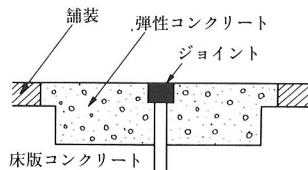


図-1 伸縮継手と取付けコンクリート

リートよりも弾性的な性質を有している。これにより、エネルギー吸収能力が著しく増大し、伸縮性に優れた材料特性を持つ。

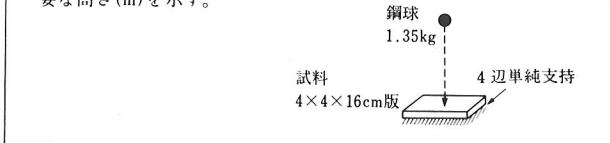
本材料の特長を以下に列記する。

- (1) 耐衝撃性に優れる。
- (2) 耐摩耗性に優れる。
- (3) 伸縮性に富む。
- (4) 付着性能が大きい。
- (5) 速硬性である。

表-1 物性比較試験結果

	弹性コンクリート	樹脂コンクリート	超速硬コンクリート
圧縮強度(kg/cm ²)	434	847	532
曲げ強度(kg/cm ²)	222	260	57
弾性係数(kg/cm ²)	8.5×10^4	23.3×10^4	34.2×10^4
耐衝撃性*(m)	4.0†	1.8	0.5

* 重さ1.35kgの鋼球を所定の厚さの試料上に落下させた時の破壊に必要な高さ(m)を示す。



* 川田工業株式会社技術本部本部長代理 **川田工業株式会社技術本部技術部設計二課課長 ***川田工業株式会社工事部工事課課長 ****川田工業株式会社中央研究室係長 *****川田工業株式会社中央研究室

3. 材料の選定

弾性コンクリートを構成する材料は、結合材（樹脂、合成ゴム、硬化剤）、細骨材および粗骨材である。

結合材に用いられる液状エラストマーは、液状のエポキシ樹脂との相容性を考慮した場合、液状クロロブレン重合体が好適である。

エポキシ樹脂は、ビスフェノール系の汎用エポキシ樹脂であり、常温において液状のものが作業性の面で好ましかった。

一般に、エポキシ樹脂は、単独で用いることはほとんどなく、硬化剤が不可欠である。硬化剤は、組成物の硬化速度をコントロールする役目をし、エポキシ樹脂用硬化剤は、アミン系のものを使用した。更に、作業性をコントロールするためには、エポキシ樹脂の反応性希釈剤、アスファルト、可塑剤などの添加が必要であった。

一般に、弾性コンクリートは、水分の混入により強度が極端に低下するので、細骨材には、乾燥した珪砂を混入するものとした。粗骨材は、現在の骨材事情による入手易さを考慮に入れ、また、強度的にも付着面積の大きい方が有利であることから、乾燥碎石を混入するものとした。

骨材寸法は、土木学会RC示方書により、最大寸法を25mm以下とした。また、高強度コンクリートの場合には、骨材の強度自体が、コンクリート強度となることから、十分な強度を有する骨材を使用することが望まれた。

4. 材料の配合

(1) 主剤の混合比率

主剤（合成ゴム＋エポキシ樹脂）の混合比率を決める上においては、次の3点に主眼をおき、下記の条件を満足する合成ゴム（クロロブレンゴム）成分とエポキシ樹脂成分の混合率を検討した。

- ① 取付けコンクリートとして最適な材料特性は、耐衝撃性、耐摩耗性にすぐれることで、変形性能が大きい低弾性率のコンクリートとする。
- ② コンクリートが速硬性を有すること。
- ③ 補修工事は、冬期に集中することから、低温時においても施工性にすぐれること。

物性試験の結果から、合成ゴム成分が増大すると柔軟性は増し、耐衝撃性は著しく良好となるが、一方、エポキシ樹脂含有量が多くなると、圧縮強度および弾性係数は増大するが、耐衝撃性は低下することが判明した。また、合成ゴムとエポキシ樹脂の混合比（重量比）が、40:100を境界として耐衝撃性および弾性係数に急激な変化があることが確認された。

しかしながら、硬化速度は合成ゴム成分量が増大するとともに鈍化傾向を示し、耐衝撃性とは相反するもので

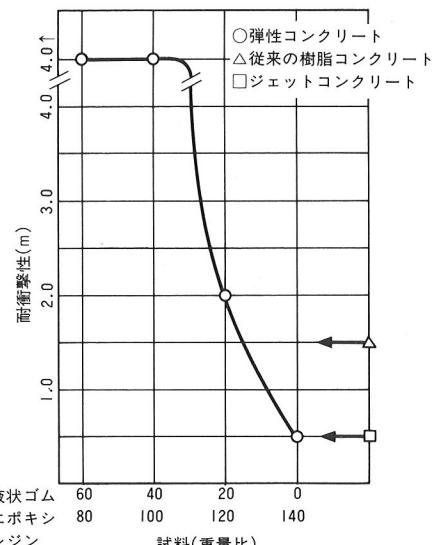


図-2 耐衝撃性とゴム混入量

あった。このため、①と②の条件を満足する最適混合比率を次のように決定した。

<成分A>	重量比
液状ゴム	40
エポキシ樹脂	100
計	140
<成分B>	
硬化剤 A	0.5
硬化剤 B (エポミックQ-610)	46
伸展油(アスファルト/オイル)	23.5
計	70

(2) 弾性コンクリートの配合

コンクリートの配合は、強度と施工性および経済性を考慮して決定するものとした。

結合材と骨材の重量比を1/7, 1/8, 1/9の3ケースについて検討した。経済性を重視すると1/8あるいは、1/9が適するが、1/9の場合には施工性が極めて悪く、施工不可能であった。このため、1/8を集中的に詳細な検討を加えた結果、結合材/細骨材/粗骨材=1/5/3に対しては強度低下傾向が著しく、配合比率1/3/5が最適な配合と判断された。

モルタル配合に関しても、強度と施工性を優先して配合を決定するものとしたが、モルタルは表面仕上げ材として利用することから、仕上げ易さをも検討した結果、結合材/細骨材=1/4あるいは1/5が良好な配合と判断された。

施工性は、結合材の粘度および骨材の配合によって大きな影響を受ける。図-4は、温度と粘度の変化状態を示したものである。多数の実験から粘度が2000cps以下であれば施工性は良好であることが確認されたが、この粘

度を確保するためには、コンクリート温度が 12°C 以上必要であった。これを冬期現場施工に適用すると、材料を加温して使用せざる得ず、主剤、骨剤の保温方法を検討する必要が生じた。

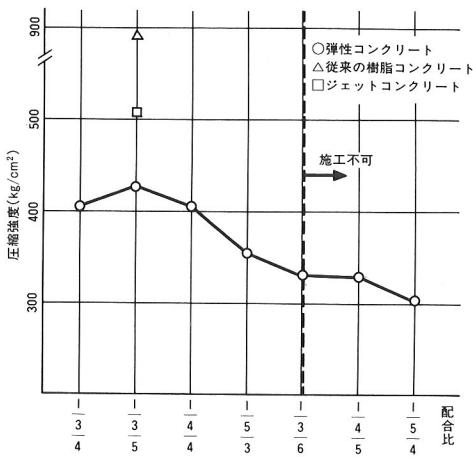


図-3 配合比率と圧縮強度

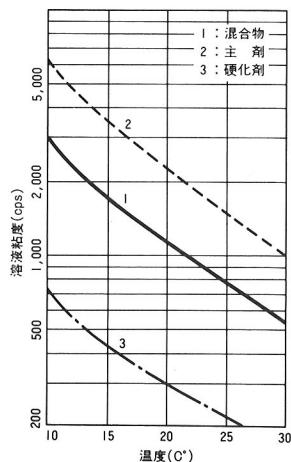


図-4 温度と粘度

5. 耐摩耗性試験と耐流動性試験

ラベリング試験は、耐摩耗性を確認するもので、元来タイヤチェーンによるアスファルトのすりへり抵抗性を評価するための試験である。試験条件は、アスファルト舗装要綱に従い、すりへり量を測定した。また、耐流動性を評価するため、ホイールトラッキング試験を実施した。

表-2に試験結果を示すが、本材料の耐摩耗性が非常に高く、超速硬コンクリートに対して40倍以上の耐摩耗性を有することが明らかとなった。また、従来の樹脂コンクリートに対しても優位性を示し、ゴム混入の効果があらわれている。

6. 耐熱性・耐海水性

耐熱性、耐海水性を調査するために各条件下における

表-2 耐流動性・耐摩耗性試験結果

種類	新材 料	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
ジェットセメント			
珪砂(4号/7号=1/1)	3	3	650
粗骨材	5	5	1,240
減水剤			2
凝結防止剤			0.2
水			150
耐流動性(at 60°C)	Start後数回の転圧力で0.01mmの変形を示すが、以後60分間変化なし		—
耐摩耗性(cm², at -10°C)	0.04	0.34	1.65

測定条件(要点)

耐流動性: ホイールトラッキング試験

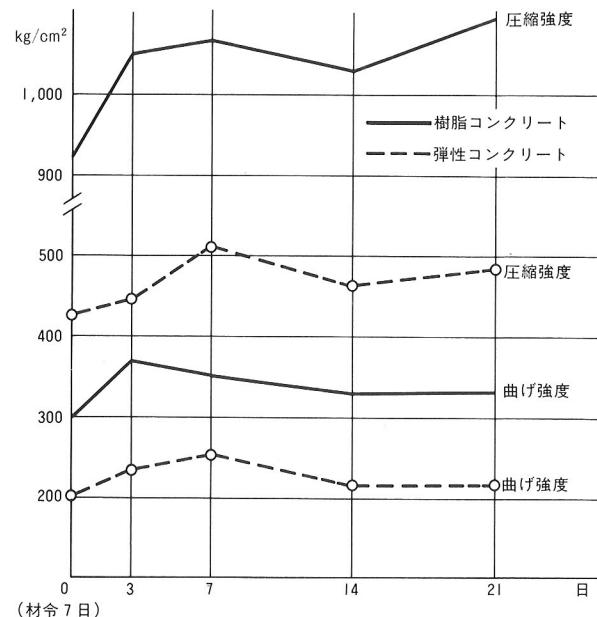
耐摩耗性: ラベリング試験

強度試験を行った。

- 耐熱性試験…………材令7日後のコンクリートを 70°C で3週間保溫し、数日毎に強度を求める。
- 耐海水性試験…………材令7日後のコンクリートを海中に1週間浸水させ、強度を求める。

耐熱性試験結果を図-5に示す。この結果より、強度の著しい変化は見られず、また、耐海水性試験においても強度変化が見られないことより、安定な材料であることが判明した。

クロロブレンゴムは、 Cl 基を含有するため、耐熱性、耐老化性、耐オゾン性、耐候性、耐燃性、耐薬品性および接着力が大きいなどの特性を有する。また、エポキシ樹脂硬化物の特性としては、優れた接着性、防食性、強靭性などがあり、本材料は、両方の性質を有するものと思われる。

図-5 耐熱性試験(70°C 老化)

7. 伸縮継手部模型実験

(1) 概要

前章までに述べたように、本材料は、物性的には、伸縮継手取付けコンクリートとして優れた材料だと判断できる。しかし、伸縮継手部（構造体）として考えた場合、本材料の特長である弾性係数が低いということが、逆に床版コンクリートや伸縮継手アンカー鉄筋などに悪影響を与える可能性が考えられた。そのため、構造体に弾性コンクリートを取り入れた場合の力学的挙動および耐久性を確認するため、伸縮継手部模型実験を実施した。

実験は、従来の材料との比較のため高強度コンクリート ($\sigma_{ck}=400\text{kg/cm}^2$) を使用した模型を同時に製作し、耐荷力の確認を行うための静的載荷実験および繰り返し荷重を受けた時の耐久力の確認を行うための疲労実験について実施した。

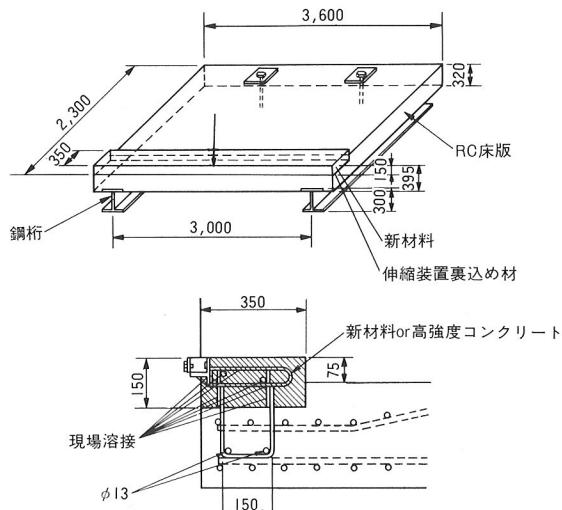


図-6 実験模型

(2) 静的載荷試験

図-7から図-10に静的載荷試験結果を示す。

載荷点直下のたわみ量は、取付けコンクリートとして高強度コンクリートを使用した模型に比べ、弾性コンクリートを使用した模型の方が、設計荷重16ton(衝撃係数1.0)時で約10%大きくなっている。これは、取付けコンクリートの特性として必要不可欠と考えられる耐衝撃性などの向上のため、弾性係数を低下させたために、構造体として荷重に抵抗する断面剛度が低下したためだと判断できる。しかし、荷重-たわみの関係は、設計荷重範囲内では直線性を示していた。

また、耐荷力としては、高強度コンクリートを使用した場合、75tonに対し、弾性コンクリートを使用した場合、60tonと約15ton程低くなっている。破壊状況は、高強度コンクリートを使用した場合、最初に載荷点直下の床版下面に曲げひびわれが生じた後、荷重の増加とともに

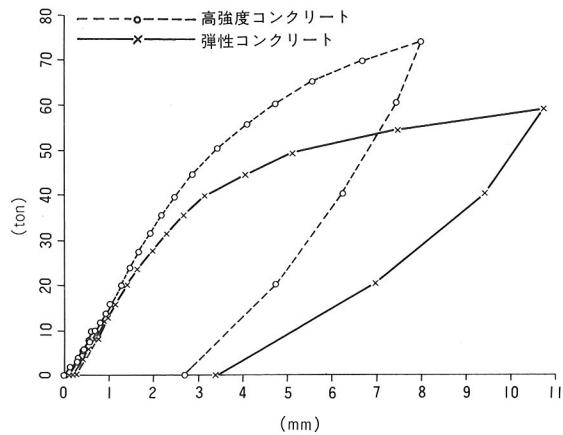


図-7 たわみ（載荷点直下）

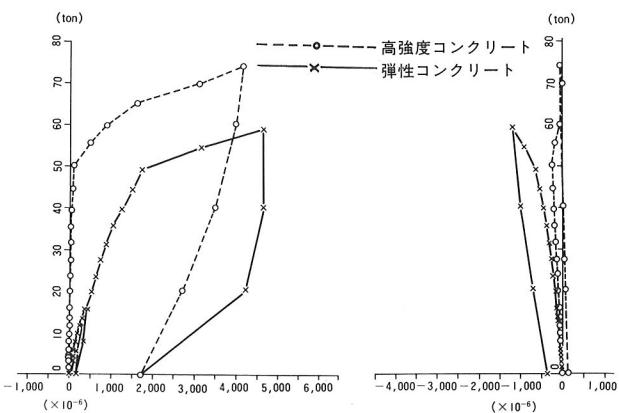


図-8 コンクリート内部ひずみ (橋軸)

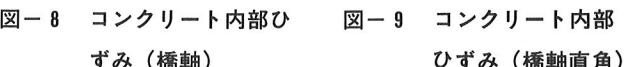


図-9 コンクリート内部ひずみ (橋軸直角)

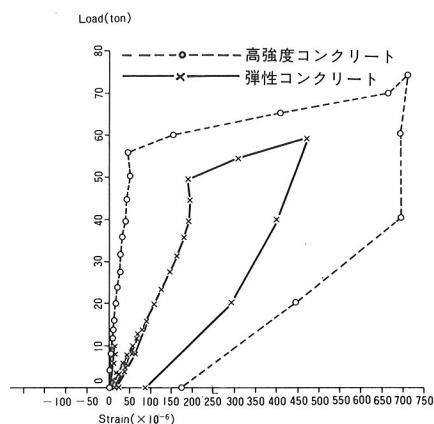
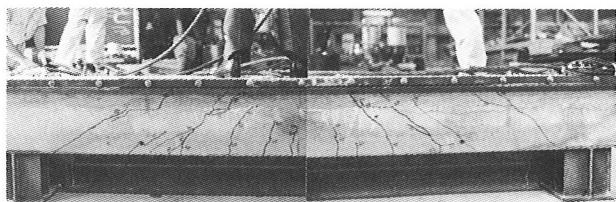


図-10 鉄筋ひずみ

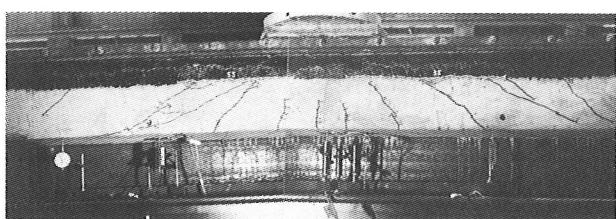
に床版上面では載荷点を中心に円弧状にひびわれが広がり、せん断により破壊し、弾性コンクリートを使用した場合、最初に高強度コンクリート同様に載荷点直下の床版下面に曲げひびわれが生じ、その後、床版コンクリートに載荷点と45°の方向にせん断ひびわれが生じ破壊した。この時、弾性コンクリートには、何ら損傷は見られず、弾性コンクリートと床版コンクリートの接着面にお

いて、床版コンクリートが破壊し、剥離が生じているのみであった。(写真-1)

実験結果によると、静荷重に対し設計荷重範囲内では、今までの材料に比べやや周囲の材料に負担は生じるが問題はないと判断できるが、構造体としての耐荷力は低下しているので、注意する必要があると考えられた。



(a)高強度コンクリート



(b)弾性コンクリート

写真-1 破壊状況

(3) 疲労試験

疲労試験は、設計荷重範囲内(最大荷重16ton)で繰り返し載荷を行った。載荷点は静的載荷試験と同様に床版支間中央部の伸縮継手上とし、繰り返し回数は200万回を最大とした。

図-11に弾性コンクリートと高強度コンクリートを取り付けコンクリートとして使用した場合の繰り返し回数と16ton載荷時の載荷点直下のたわみ量の関係を示す。この試験結果によると、弾性コンクリート、高強度コンクリートとともに200万回の繰り返し載荷後もたわみ量は初期載荷時と変化していなかった。

また、弾性コンクリートと伸縮継手材および床版コンクリートの接着面における剥離は生じていなかった。

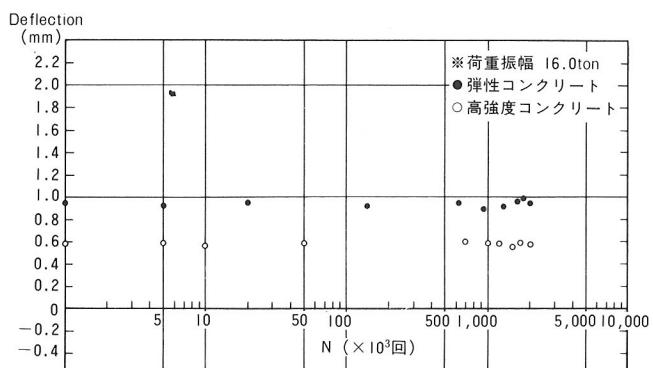


図-11 たわみと繰り返し回数

これらのことより、静的載荷試験では、弾性コンクリートを取付けコンクリートとして使用した場合、周囲の材料に応力負担をかけていたが、耐久的には問題はないものと考えられた。また、接着面においても剥離は生じておらず、接着性能も十分耐久性があるものと考えられた。

8. 養生方法確認試験

(1) 概要

弾性コンクリートの施工性および硬化速度は、温度によって大きく左右され、とりわけ冬期の施工においては施工時間の短縮のために各材料の温度管理および養生温度が重要となる。そのため、冬期施工においては、ジェットヒーターにより養生を行うものと仮定し、その効果を確認するための実験を実施した。

また、弾性係数はやや大きくなるが、耐衝撃性、耐摩耗性等は変化していない低温硬化用弾性コンクリートを開発したので同時に実験を実施した。

材料の養生については図-12に示す方法で、施工後の養生については図-13に示す方法で行い、各々ジェットヒーター点火後の温度変化を測定した。また、材料保温による施工性の測定は目視および練り混ぜ後の温度によって行うものとした。

(2) 材料養生試験

図-14に材料養生試験結果を示す。

ジェットヒーターの熱風方向により、各種材料の温度

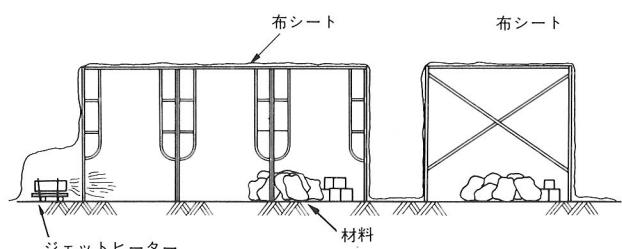


図-12 材料養生

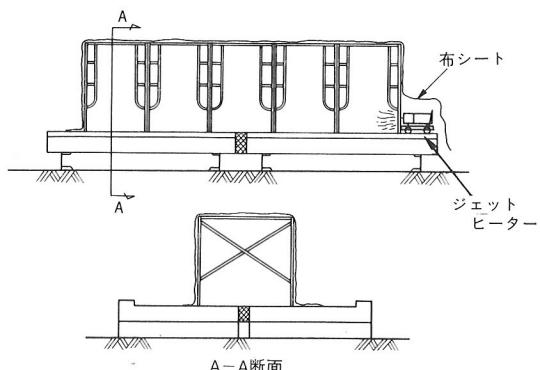
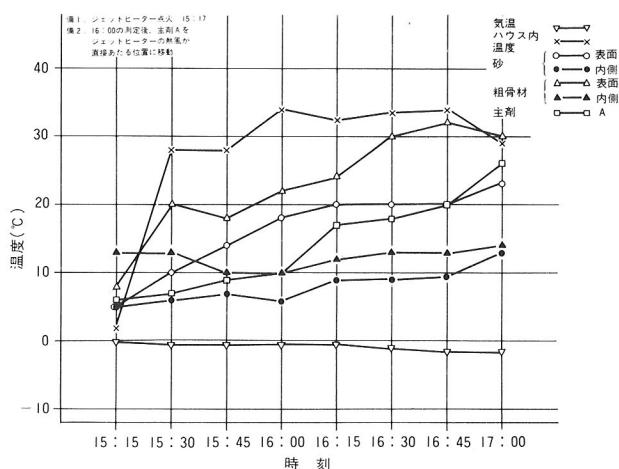


図-13 硬化時養生

上昇率は当然差が生じるが、室温30°C程度を3時間保つことにより、ほぼすべての材料温度を最低でも15°C前後にすることが可能であることが確認された。また、主剤の加温は、試験結果をみても明らかなように細骨材や粗骨材よりも容易であった。弾性コンクリートの施工性は主剤の粘性によって大きく左右され、主剤の粘性は、材料温度が10~15°C以上になると著しく低下し、施工性を良好とすることができます。そのため、気温がある程度高く、主剤の温度が練り混ぜ中に骨材によって著しく低下するところがない場合には、養生として簡単な主剤のみの加温で十分であると考えられる。



(3) 施工養生試験

図-15~図-18に各養生方法による練り混ぜから硬化後までの内部温度の変化を示す。

材料の保温により打設時のコンクリートの温度を15°C程度にすることが可能なことが確認され、それにともない施工性を向上させることができることが明らかとなった。

弾性コンクリートをとりまく周囲の材料の違いにより、

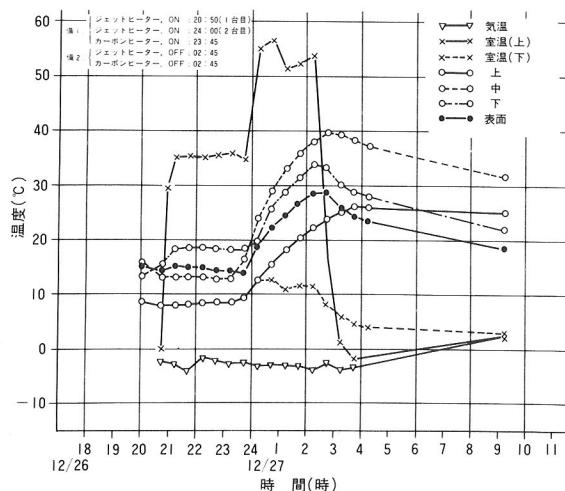


図-15 試験結果（ヒーター埋設）

弾性コンクリートの熱逸散量は異なり、周囲が床版コンクリートの場合、熱逸散量は最も大きく、室温が30°C程度まで上昇したにもかかわらず弾性コンクリートの内部温度は上昇しない。しかし、発泡スチロールで覆うことにより熱の逸散を防ぐことが可能であることがわかった。

また、内部にヒーターを埋設することにより、内部温度を上昇させることができ、急激な硬化反応を起こさせ

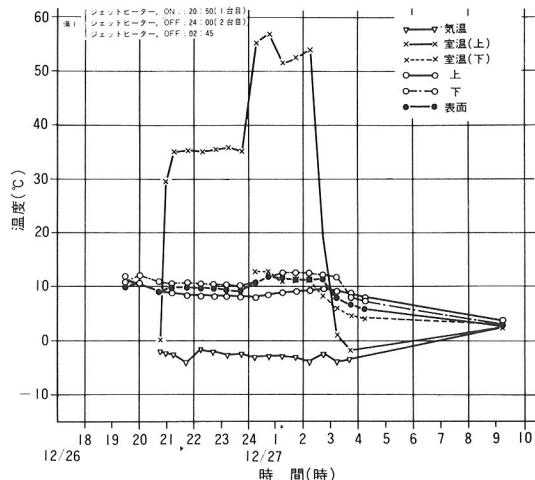


図-16 試験結果（加温のみ）

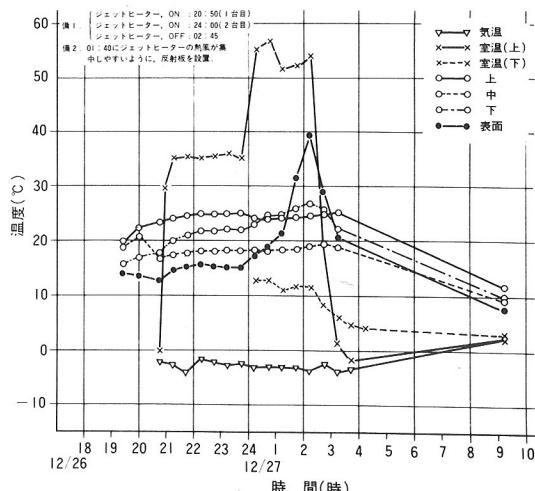


図-17 試験結果（発泡スチロールを巻く）

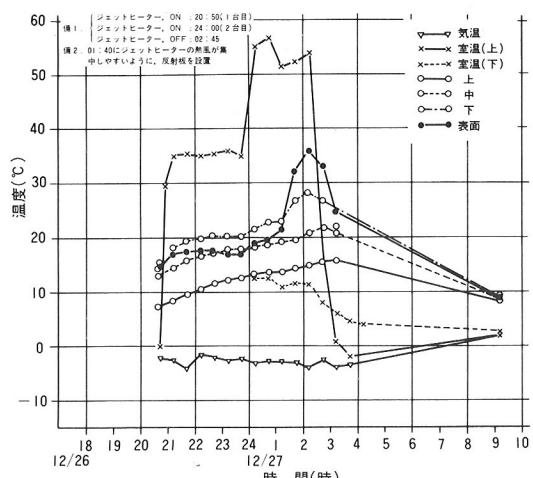


図-18 試験結果（低温硬化用）

ることが可能であることが確認できた。

低温硬化用に開発した弾性コンクリートは、表面からの加温が低い場合においても内部では温度上昇が生じており、硬化反応が起こっていることがわかる。このことから、低温硬化用弾性コンクリートの使用では、余り過大な養生を必要とせずに硬化が可能であることが判明した。

以上のことから、冬期の伸縮装置取り換え工事において早期開放を目的とした場合には、低温硬化用弾性コンクリートの使用がもっとも有効と考えられた。また、材料の保温（特に主剤の保温）によって冬期の気温が低い場合においても施工性を良好とすることが可能であり、養生は、発泡スチロールにより周囲からの熱の逸散を防ぐことにより、橋面からの加温のみで早期硬化が可能であると考えられた。

9. 試験施工

今回、開発された弾性コンクリートを使用し、東京都で実施された伸縮装置取替工事について以下に述べる。

(1) 工事概要

工事名称；主要地方道環状七号線、橋梁維持工事（その8）伸縮装置補修工

工事場所；東京都中野区大和町1丁目地先
(大和陸橋)

施工数量（延長）； $13\text{m} \times 3\text{ヶ所} = 39\text{m}$

工 期；S60年2月5日～S60年3月27日

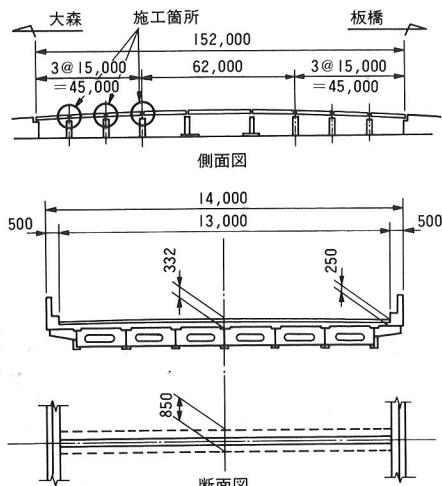


図-19 大和陸橋一般図

この陸橋は、8年前に従来のRC床版からユニット床版に取替えられたもので、その時点で現在の伸縮装置（図-20・a）が設置された。しかし、日交通量数万台で、その上、重車両の交通量が多いこと等から供用後数年には、伸縮継手部に損傷が見られるようになり、今回の補修工事の実施に至った。

損傷は、伸縮装置のラバーを固定しているボルトの切断、取付けコンクリートの摩耗および取付けコンクリートと舗装の剥離等が見られ、所々取付けコンクリートが伸縮装置裏側まで十分に充填されておらず、雨水の漏水による鋼材の腐食が伸縮装置取替時に見られた。

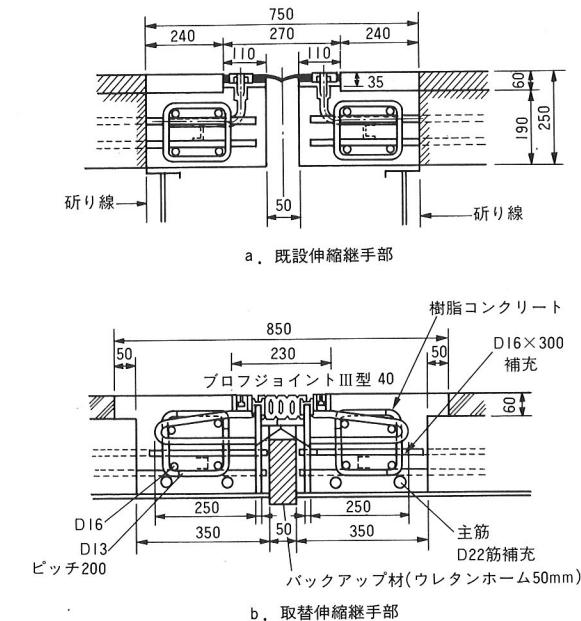


図-20 伸縮継手部



写真-2 伸縮装置の腐食

(2) 使用材料

本工事は、弾性コンクリートを伸縮装置の取付けコンクリートとして使用した場合の有効性を確認するための試験施工である。

そのため、従来の樹脂コンクリートとの比較および弾性係数が低いことによる構造体への影響等を確認するため、表-3に示す物性を持った材料を各々図-21に示す位置に使用した。

弾性コンクリート（No.1）は、施工時期が気温の低い時期（5～15°C）なので低温硬化用のものを使用することとした。

また、伸縮装置としては、図-20のbに示すプロフIII型（東京ファブリック工業株製）Jointを使用することとした。

表-3 使用材料の各物性値

材料No.	No. 1 弾性コンクリート	No. 2	No. 3 樹脂コンクリート
圧縮強度 (kg/cm ²)	434	582	821
曲げ強度 (kg/cm ²)	222	249	263
弾性係数 (kg/cm ²)	8.0×10^4	1.2×10^5	2.3×10^5
耐衝撃性 (m)	4.0 ↑	2.5	1.7
成分	液状ゴム	40	20
	エポキシレジン	60	100

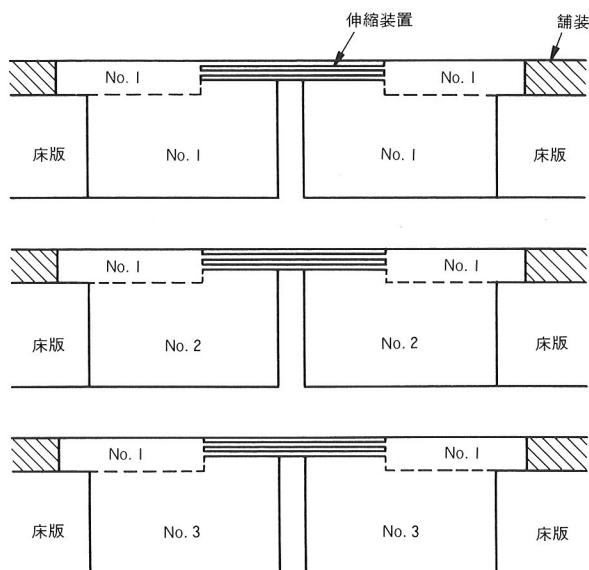


図-21 材料の使用位置

(3) 施工

施工は、幅員方向を3分割し、1分割当たりAM7:00～翌朝AM7:00までの24時間交通規制を行い、実施した。施工実施日は、本道路が日交通量数万台と非常に交通量の多い位置に位置しているため、比較的交通量の少ない休日とした。

図-22に示されるように伸縮装置取替工事は、作業種類が多く、それに使用する機材も必然と多くなる。しかし、交通規制を実施しながらの工事のために作業空間は非常に狭く、作業の速やかな進行のため、作業機材の搬入、配置、搬出の計画が施工計画において、最も重要な位置に位置している。

各材料は、主剤、細骨材、粗骨材毎に練り上り容量が35ℓになるように梱包がしてあり、一期施工に必要な個数だけを保管場所から現場に搬入するものとした。この時取付けコンクリートの打設は夜間になることを考慮し、各材料が区別しやすいように梱包に色分けを行った。また、主剤に関しては、8章における実験結果を踏まえ、保管場所から現場への搬入後、20～25℃位の温度で練混

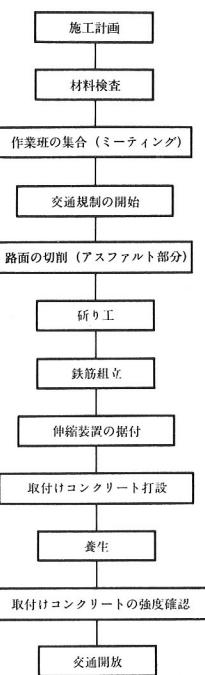


図-22 作業フロー

ぜ直前まで養生を行った。

一期施工に必要な取付けコンクリートの容量は約2.4 m³（1ヶ所当り約0.8 m³）であり、1バッチ（35ℓ）ずつ練り混ぜを行うとすると約70回の練り混ぜ回数が必要となる。また、練り混ぜ時間を1回当たり5分とすると、施工終了までの練り混ぜ時間の総計は約6時間となった。このため、練り混ぜミキサーを200ℓ用と大容量のものにし、1回当たりの練り上り量を70ℓとし、ミキサーの台数を2台とした。これにより、取付けコンクリートの打設は、作業員の数は増えたが、施工時間を2～3時間に抑えられ、強度発現までの養生時間を十分とれるようになった。

打設は、伸縮継手部の破損が取付けコンクリートの充填不足により生じることが原因の1つとして挙げられていることを考慮し、突き棒により伸縮装置の裏側に完全に充填するよう行った。また、施工場所が陸橋の継手部分ということで非常に縦断勾配が大きい位置にあるため、打設完了後コンクリートが徐々に低い方にダレル傾向が見られ、養生中にコテ仕上げを再度実施し、極力ダレがないように仕上げた。

養生は、8章の実験結果より低温硬化用弾性コンクリートの場合、発泡スチロール等で熱の逸散を防げば表面からの養生だけで3～4時間後には硬化し、規定の強度が発現するということから、今回、ビティーおよびシートにより橋上に養生ハウスを作成し、ジェットヒーター2台により室温を40℃前後にした。また、床版下面には発泡スチロールを貼付し、ライトを当てることにより熱の逸散を防いだ。これにより強度の発現までの養生時間

を約3時に抑えることができた。

なお、養生を完了することの目安としての試験は、従来、簡易の圧縮試験機を使用してテストピースの圧縮強度を調べることを行っていたが、弾性コンクリートの場合熱の受け方により強度発現までの時間差が生じるということを考え、セメントモルタルの硬化速度を測るために試験機であるプロクター貫入抵抗機を使用し、養生の終了時期を決定した。

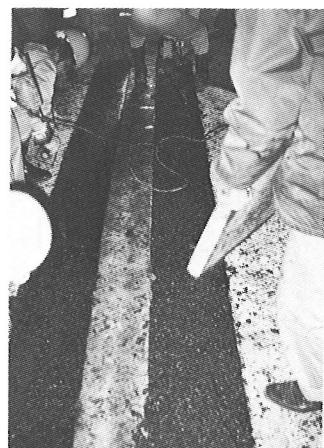


写真-3 打設状況

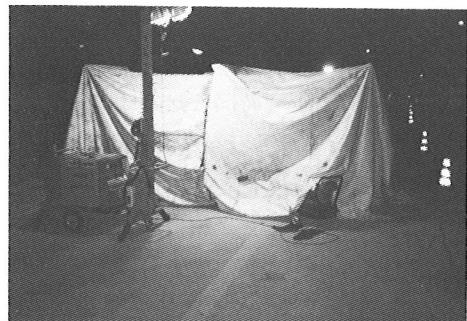


写真-4 養生

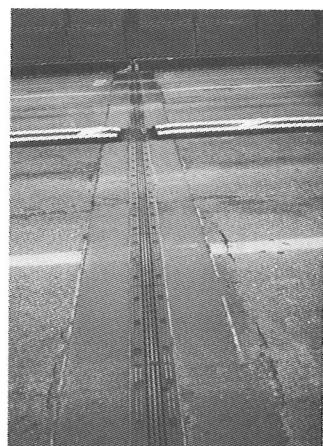


写真-5 完成写真

(4) 実橋試験

本工事は弾性コンクリートの有効性を調べる試験施工

の意味合いが強いため、施工と同時に従来の樹脂コンクリートと同様の性能を持つNo.3材料と弾性コンクリート（No.1材料）にひずみゲージを埋設し、一般車輌通過時の動ひずみ測定を実施した。（図-23）

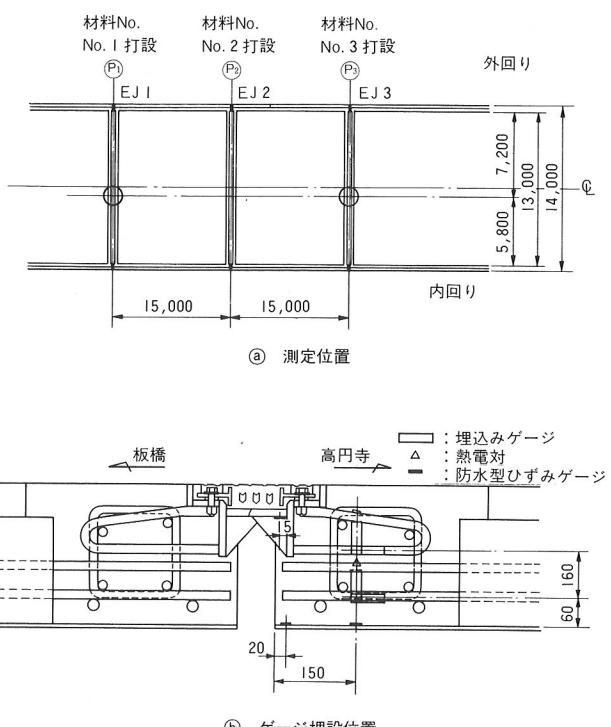


図-23 測定位置

図-24にNo.1とNo.3材料を使用した伸縮継手部の橋軸直角方向に埋設した埋込ゲージの動ひずみ測定結果の一部を示す。波形を見るかぎりでは、両材料とも車輌通過時の挙動はほぼ同じと考えられるが、やや弾性コンクリートの発生ひずみが大きい傾向を示す。これは、弾性コンクリートの弾性係数が従来の樹脂コンクリートの約1/3と小さいためだと考えられる。

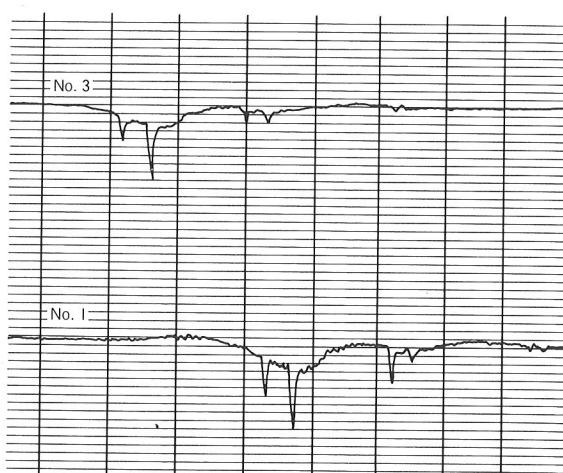


図-24 動ひずみ波形

図-25は取付けコンクリートおよび伸縮装置アンカーの動ひずみをヒストグラムに表したものである。動ひずみ波形をみるとかぎりでは、弾性コンクリートの発生ひずみの方が大きい傾向を示すが、応力換算したヒストグラムでは逆に小さな応力が卓越している。また、伸縮装置アンカー筋の発生応力も小さくなっている。

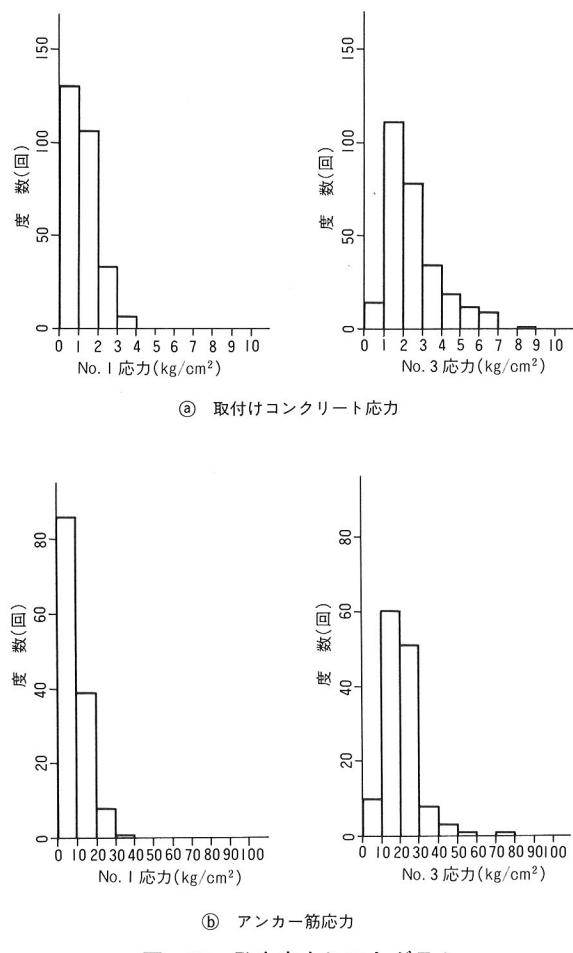


図-25 発生応力ヒストグラム

但し、これらはわずかな測定結果によるものであり、また施工後数ヶ月しか経っていない結果であることから、この結果より弾性コンクリートの有効性を判定することは不可能と考えられ、今後の経時的調査が必要である。

一方、一般車輌通過時の最大ひずみを用いて取付けコンクリートの応力分布を示すと図-26のようになる。この図の理論計算結果は、設計荷重16tonを用いてFEM解析を行った結果である。実橋における発生引張応力は計算値の約22%程度であり、中立軸の位置は解析値より低くなっている。

なお、現在、本橋における計測は継続中であり、検討を行っている。

10. あとがき

弾性コンクリートは、種々の試験により優れた材料特

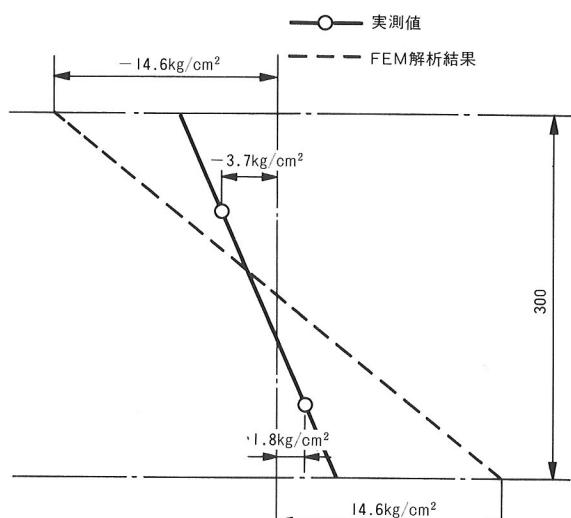


図-26 応力分布

性を有することが明らかとなった。しかしながら、現場施工において以下に示す点を改良すれば、より優れた材料となるであろうと考えられた。

- 1) 低温時においても硬化速度および施工性が低下しない材料とする。(養生不用)
- 2) 材料の配合、練り混ぜ、打設作業の一括化。(施工法のシステム化)
- 3) 経済性の検討

また、伸縮継手部全体の耐久性を向上させるには、取付けコンクリートの改善を図るのみではなく、伸縮装置自体の耐久性の向上が図られねばならないと考えられる。

最後に、本材料の開発にあたり御協力および数々の御助言を頂いた電気化学工業㈱の方々、長岡技術科学大学・故 笹戸松二教授、林 正助教授、東京都の方々および日立造船エンジニアリング㈱の方々に深く感謝の意を表します。

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回年次学術講演会講演概要集、1985.