

【技術ノート】

シーペックジョイントとエラストメリットの利用に関する一考察

Study on Use of Cipek Joint and Elastomerit

池辺輝義*
Teruyoshi IKEBE

西塔敏郎**
Toshiro SAITO

太田裕志***
Hiroshi OHTA

伊田久慶****
Hisayoshi IDA

富澤光一郎****
Kouichirou TOMIZAWA

1. まえがき

橋梁用ジョイントは、直接輪荷重の作用を受けるため衝撃も大きく、また耐久性のみでなく漏水や騒音の発生を起こさないという条件も必要であり、橋梁付属物とはいえ過酷な条件に対応することが要求される。

本文では、富山県で補修工事に使用されたシーペックジョイントの施工手順と特徴、さらに施工から半年後に行った騒音測定の結果について報告する。あわせて、ジョイント後打材としてのエラストメリット（樹脂系弾性材料）の各種物性試験結果についても報告する。

2. シーペックジョイント

(1) 概要

シーペックジョイントは、昭和61年11月に富山県で行われた補修工事において、我が国で初めて使用されたフランス製の橋梁用ジョイントである。当ジョイントはアルミ合金製本体とゴム製防水材によって構成され、アンカーにプレストレスを導入して定着する独特な方式を採用している。

本工事は、県道小竹～諏訪川原線の神通川に架かる神通大橋（橋長425.8m、幅員6m）の上流側PC桁におけるジョイントの破損および老朽化に伴うもので、シーペックジョイントWd80型が3ヶ所、ゴムジョイントが3ヶ所、計6ヶ所のジョイントが設置された。一方、この施工範囲以外の既存の鋼製ジョイントについては、補修工事は行われず、そのまま使用されている。

補修工事より半年後、これらの異なる種類のジョイントにおいて車両の走行時に発生する騒音を比較調査するため、騒音測定を行った。この測定により、Wd80型では

走行車両による衝撃音の発生は見られず、また路上の騒音が直接ジョイント部から桁下へ抜けることが無いという結果が得られた。

(2) シーペックジョイントの原理

本橋で使用されたWd80型ジョイントの本体はアルミニウム合金鋳物である。この本体は、1本当りの長さが1mであり、これを必要数並べて設置し、余分な長さは切断して調整する（図-1, 2参照）。

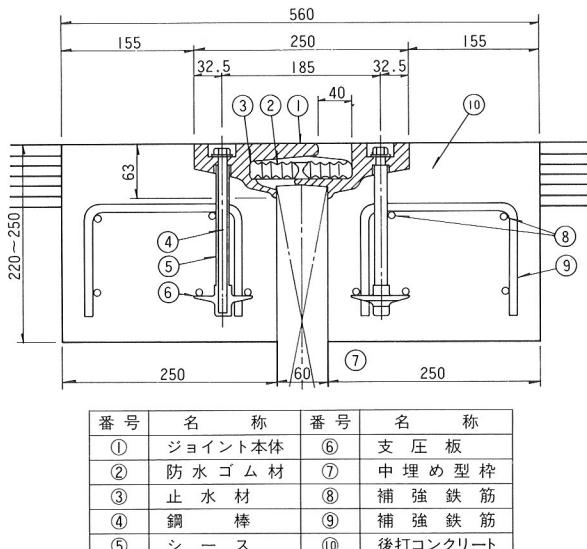


図-1 全体断面図

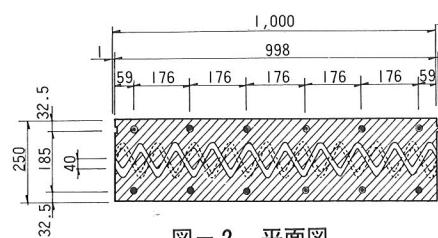


図-2 平面図

*(株)総合メンテナンス技術部部長 **(株)総合メンテナンス技術部技術課係長 ***(株)中京メンテナンス技術部技術課 ****(株)総合メンテナンス技術部技術課

当ジョイントの外見からは、のこぎり形をしたその独特な遊間部分が見られるが、この形状によりWd80型ジョイントは斜角が 20° までの斜橋に対応することができる（図-2参照）。

ゴム製防水材は多セル構造になっているため、伸縮性に優れ、またその防音性能を高めている。防水材は金属本体と異なり、長さを幅員に合せた一本のものを縫目無しで使用し、金属本体の間で常に圧縮された状態で支持される。さらにこの防水材と本体の間には接着効果を持つ止水材を入れることにより、その防水性能を高めている。このゴム製防水材は金属本体によって保護され、路面上に露出しないため、摩耗および破損などは起こりにくい。

ジョイントの定着方法はこの型の場合、長さ約20cmの鋼棒および銅合金鋳物製の支圧板を使用する。これに6.5tonのプレストレスを導入することによって定着するという独特な方式である。この方式により、定着部における引張荷重は打ち消され、常に圧縮状態となるため、交番応力による疲労破壊は起こりにくい。

(3) 施工

本橋での補修工事は次の手順で行われた。

- ① 旧ジョイントの撤去（写真-1参照）。
- ② 補強鉄筋の組立て。
- ③ ジョイントの地組み（写真-2参照）。
- ④ ジョイントの遊間調整を行い、設置用治具で仮りに固定する（写真-3参照）。
- ⑤ 後打ちコンクリートの打設、 $\delta 28=400\text{kg/cm}^2$ のジエットコンクリートが使用された。
- ⑥ コンクリート強度が $\delta=200\text{kg/cm}^2$ 以上に達したことを確認し、6.5tonのプレストレスを専用のトルクレンチを使用して導入する（写真-4参照）。
- ⑦ 完成（写真-5参照）。

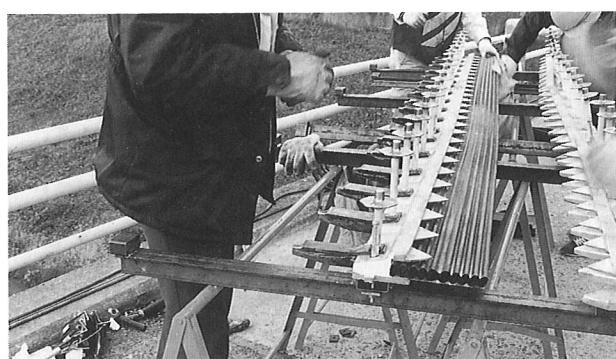


写真-2 ジョイントの地組み

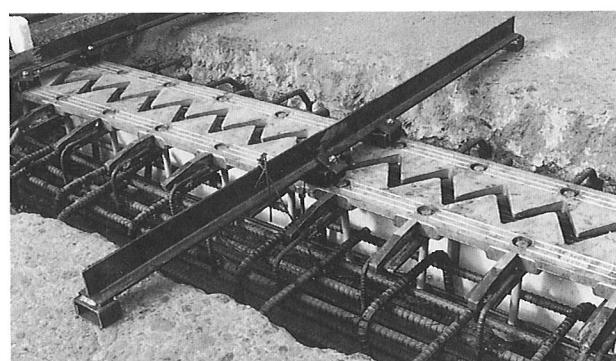


写真-3 設置用治具で固定

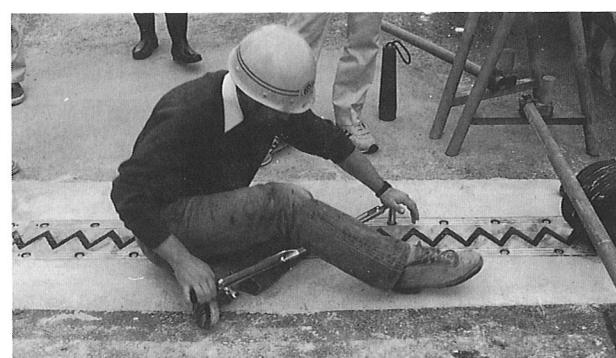


写真-4 プレストレス導入

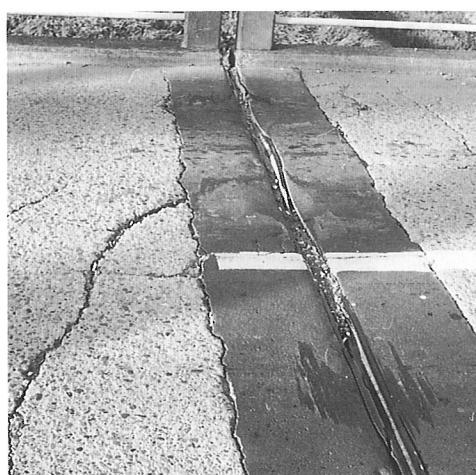


写真-1 ジョイント補修前

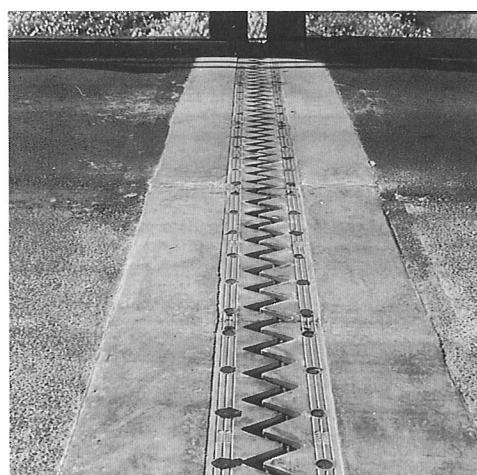


写真-5 完成

(4) 騒音測定

a) 測定方法

当測定は施工から半年後の昭和62年5月に行ったものである。測定方法はジョイントから50cmの位置にマイクを設置して、騒音計とレベルレコーダを使用し、車両がジョイントの上を通過する際に発生する音圧を記録した。この路上での音圧測定はWd80型、ゴムジョイントおよび鋼製ジョイントの3種類について行い、またWd80型と鋼製ジョイントは橋脚上にもマイクを設置して、ジョイント直下での音圧を測定し、その結果を比較した。

b) 測定結果

測定結果を図-3～8に示す。各波形において見られるピークはそれぞれ車両の走行によって生じたものである。

これらの測定では、ジョイント部以外の路面上における測定値と各ジョイントにおける路上での測定値は最大で90dB程度のはほぼ同じ音圧を記録している。このことは当測定における波形は主に車の走行音によるものであり、各ジョイントとも走行車両による衝撃音はほとんど発生していないといえる。これは鋼製ジョイントを除いた2種類のジョイントが施工からまだ半年後の段階であり、部品の破損、ゆるみなどはまだ発生していないためであろう(図-3～6参照)。

この3種類のジョイントでの測定結果を比較すると、ゴムジョイントおよび鋼製ジョイントでは次の波形上の特性が見られる。これらの波形ではピークが2つに分かれて小さな谷が見られる。これは前輪と後輪の通過音に時差が生じるために起こるものと思われるが、Wd80型の場合、この現象はほとんど見られない。このことは車の走行性での面では好結果をもたらしていると思われる。

ジョイント直下での測定結果ではWd80型と鋼製ジョイントに大きな違いが見られる。Wd80型直下では路上での測定値よりも最大値が20dBほど低くなっている(図-7参照)。これに対して鋼製ジョイントでは防水材が無いため、路上の走行音が直接遊間部から桁下へ抜ける形になり、その測定値は路上での音圧とほぼ同じ値を示している(図-8参照)。またこの場合、ジョイント直下に設置されたマイクへは真上からの音は入りやすいが、それ以外の接近してくる車両の走行音などは入りにくいため、車両の通過音による波形は鋭い立ち上りを示し、そのピークでの谷は明瞭になる。このため桁下ではこれが衝撃音となり、車両の走行音に伴って聞こえる。

以上の測定結果より、Wd80型の走行性は良好であり、車両の走行音がジョイントから桁下へ抜けることがないため、その防音効果は高いといえる。

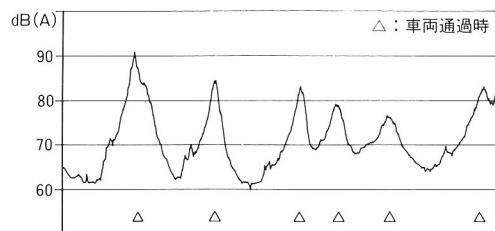


図-3 Wd 80型（路上）

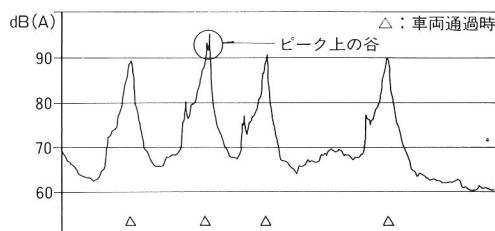


図-4 ゴムジョイント（路上）

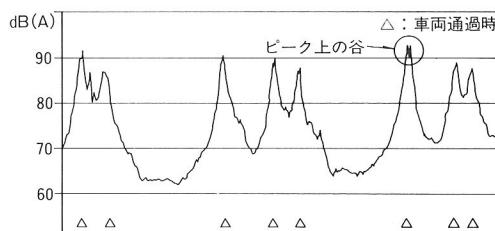


図-5 鋼製ジョイント（路上）

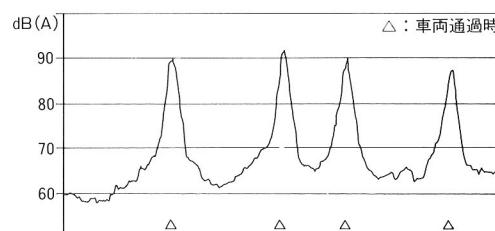


図-6 ジョイント部以外（路上）

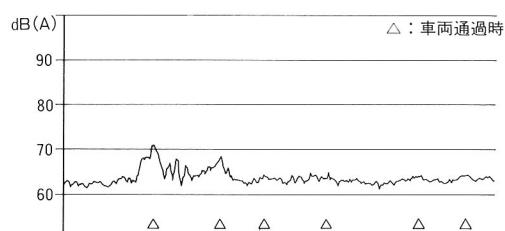


図-7 Wd 80型（ジョイントの直下）

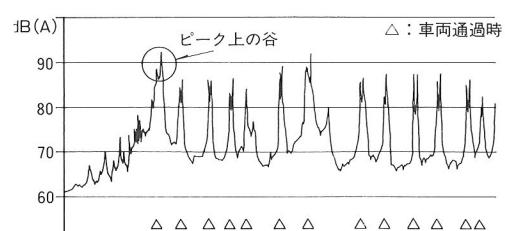


図-8 鋼製ジョイント（ジョイントの直下）

(5) シーペックジョイントのまとめ

本橋におけるシーペックジョイントは設置から半年経過後の段階では破損や漏水などは見られず、良好な状態である。騒音測定の結果、衝撃音の発生は見られず、ジョイント直下での測定では、その防音効果が高いことを示している。従って市街地での高架橋などでは当ジョイントの設置効果は大きいと考えられる。

当ジョイントのスパイクタイヤと機械除雪に対する耐久性およびそれらの影響による騒音測定上の変化、さらに樹脂系弾性材料、エラストメリットを後打材として使用することによりジョイント部の耐久性の向上などについては今後も調査を進めていく必要性があると考える。

3. エラストメリットの物性試験

(1) 概要

エラストメリットは、図-9に示すようにエポキシ樹脂と液状クロロブレンゴムを主剤とした結合材であり、珪砂や碎石を加えることによりモルタルやコンクリート仕様とすることができる。また、エポキシ樹脂とクロロブレンゴムの混合比や、骨材の混入比率を変えることにより物性を変化させることも可能である。ここでは、各種物性試験結果と施工例について述べる。

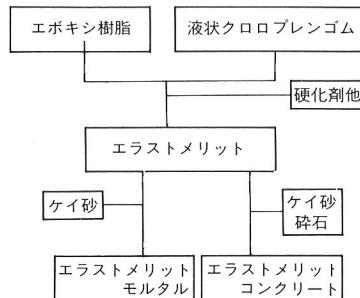


図-9 エラストメリットの組成

(2) 弾性係数と圧縮強度

図-10, 11にそれぞれ弾性係数と温度、圧縮強度と温度の関係を示した。供試体のNタイプはエポキシ樹脂と液状クロロブレンゴムの割合(重量比)が100:40のものであり、Sタイプはクロロブレンゴムの割合を多くした(同=60:45)ものである。

まず、弾性係数をみると、SタイプはNタイプと比較して低弹性となっている(23°C 約1/10)。Nタイプ内でも骨材の混入率が小さいと低弾性となる傾向にあるがその差は小さい。弾性係数はクロロブレンゴムの割合に大きな影響を受けるといえる。また、25°CではNタイプの弾性係数が $0.35\sim0.7\times10^5\text{kg/cm}^2$ であり、コンクリートの $3.0\times10^5\text{kg/cm}^2$ (設計基準強度300kg/cm²)と比較すると10~20%とかなり低いことがいえる。

圧縮強度をみると、Nタイプ内では配合による差はみられないが、Sタイプは20%程度強度が低くなっている。圧縮強度も弾性係数同様、クロロブレンゴムの割合に大きな影響を受けることがいえる。

また、弾性係数、圧縮強度共に温度依存性のあることがいえ、エラストメリット使用の際には考慮することが必要である。

(3) 耐衝撃性

耐衝撃性試験は、 $4\times14\times16\text{ (cm}^3)$ の供試体上に1.35kgの鉄球を落下させ、供試体が破壊した落下高さで評価する方法を行った。表-1は測定結果を他の材料と比較したものであるが、樹脂コンクリートの2倍以上、超速硬コンクリートの8倍以上の耐衝撃性をエラストメリットは有しており、クロロブレンゴムが耐衝撃性向上に寄与しているものと考えられる。なお、エラストメリット供試体はNタイプを使用している。

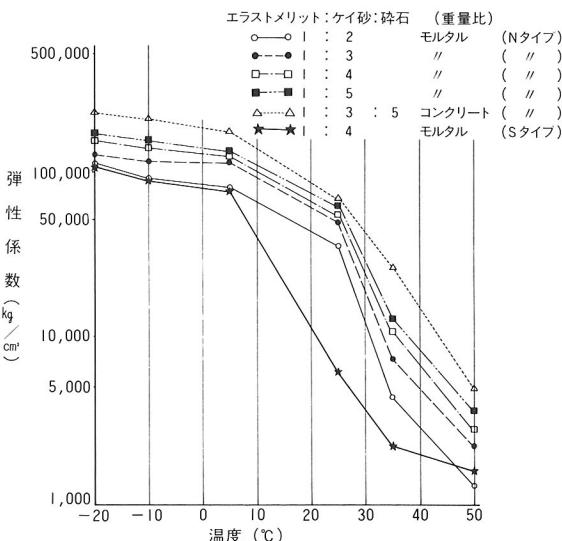


図-10 弾性係数と温度

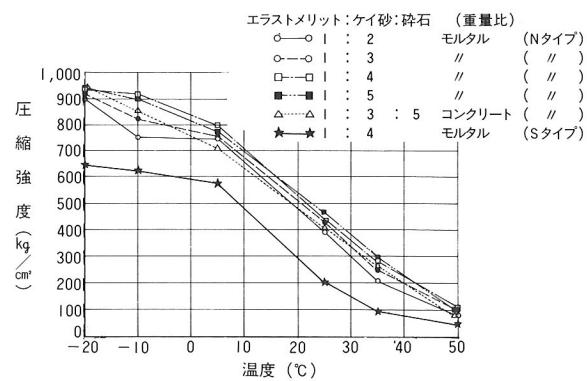


図-11 圧縮強度と温度

表-1 耐衝撃性試験結果

| | エラストメリット モルタル・コンクリート | 樹脂コンクリート | 超早強コンクリート |
|---------|-------------------------|----------|-----------|
| 耐衝撃性(m) | 4以上 | 1.8 | 0.5 |

(4) 耐摩耗性

耐摩耗性試験はスパイクランベリング試験、チェーンラベリング試験の2種類を行った。試験結果の評価は平均すり減り面積で表すこととした。供試体のエラストメリットはすべてNタイプである。

図-12のスパイクランベリング試験結果で、No.1～No.5のエラストメリットを比較すると、骨材混入率が少なくなるに従い耐摩耗性は向上している（供試体番号No.5の1:3:5コンクリートの3.8cm²に対して供試体番号No.1の1:2のモルタルは2.0cm²）。一般に、粗骨材の混入があれば抵抗性が増加するが（セメント系供試体ではその傾向になっている）、エラストメリット混合物は、粗骨材よりエラストメリットの量を多くした方が効果的であることを示している。

No.7の超速硬コンクリートとNo.5のエラストメリットコンクリートを比較すると、5.8cm²に対し3.8cm²と約65%の摩耗量となっており、従来の後打ちコンクリートやアスファルトよりもエラストメリットはスパイクランベリング抵抗性は十分優れているといえる。

表-2のチェーンラベリング試験結果では、エラストメリットコンクリートは樹脂コンクリートの8倍、超速硬コンクリートの40倍程度の抵抗性を示している。チェーンによる衝撃をエラストメリットは吸収するため、他の材料に比較して摩耗量が小さいと考えられる。今後は温度を変化させた場合の試験を実施していきたいと考えている。

なお、スパイクランベリング試験状況を写真-6に示す。

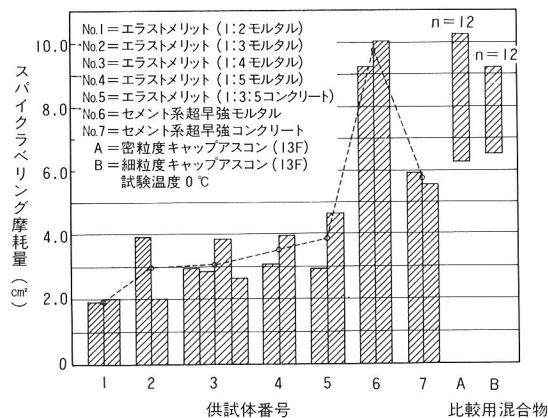


図-12 供試体とスパイクランベリング摩耗量の関係

表-2 チェーンラベリング試験結果

| | エラストメリットコンクリート 配合1:3:5 | 樹脂コンクリート 配合1:3:5 | 超速硬コンクリート W/C=38% |
|-----------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|
| 摩耗量(cm ²) | 0.04 | 0.34 | 1.65 |
| 測定温度 | -10°C | | |
| 測定時間 | 90分 | | |

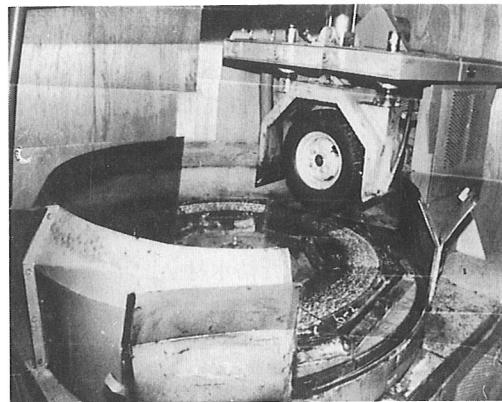


写真-6 スパイクランベリング試験状況

(5) 物性試験のまとめ

以上をまとめると次のようになる。

- ① エポキシ樹脂と液状クロロプロレンゴムの混合比を変えることにより、弾性係数、圧縮強度等の物性を変化させることができる。
- ② クロロプロレンゴムが混入しているため、エネルギー吸収能力が高く耐衝撃性に優れる。
- ③ 従来のジョイント後打ち材と比較して耐摩耗性に優れる。
- ④ 弾性係数、圧縮強度は温度依存性が高く、使用する際には考慮する必要がある。

4. エラストメリットの使用例

(1) ジョイント後打ち材

橋梁ジョイント部は、直接輪荷重が作用し、衝撃も大きく過酷な部位である。後打ち材の摩耗により段差が生じて継手本体が破損する例も多く発生している。以上のことでより、ジョイント後打ち材には、十分な強度、耐摩耗性、耐衝撃性、補修の際には速硬性も要求される。エラストメリットは3章で述べたように耐摩耗性、耐衝撃性に優れ、速硬性も有しており(250kg/cm²/2.5h, 25°C), ジョイント後打ち材として適した材料といえる。写真-7にシーペックジョイントの後打ち材としての施工例を示す。

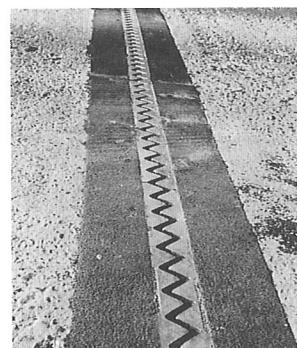


写真-7 シーペックジョイント後打ち材

(2) その他の使用例

エラストメリットのジョイント後打ち材以外の使用例としては、下記に示す用途ですでに実際に施工されている。

- ① 低弾性を利用した盲目地材
- ② エネルギー吸収能力を利用した制振材³⁾
- ③ 不透水性を利用した防水材
- ④ 支承モルタルのカバー

5. あとがき

(1) シーペックジョイント

神通大橋で行ったWd80型の施工では、シーペックジョイントの構造自体が独特なため、独自の施工法、器具を使用している。このジョイントの設置は日本で初めてであったものの施工上大きな問題は見られなかった。今後は、わが国での工事への適応性および施工性をより良くするために、施工用治具、施工方法などの改良も進めていく方針である。

騒音測定の結果では、防水ゴムが止水のみではなく防音に対しても有効であることがわかった。また、車両通過の際にピークの山が2つに分かれる現象がほとんど見られず、走行性の面で良好であると考えられる。

シーペックジョイントには、神通大橋で使用したWd型の他にもW型、Wosd型、WR型が車道用としてある。W型はWd型と同様に三角形の形をした歯を有しており、Wosd型とWR型は平行溝の小伸縮量用のタイプである。各タイプとも独特的の施工方法、定着方法を持っているが、詳細は別の機会に改めて紹介したいと考えている。これらの各タイプも神通大橋のWd型とほぼ同時期の昭和61年11月に施工例があり、追跡調査を行っている。

(2) エラストメリット

以上述べてきたように、エラストメリットはジョイント後打ち材として適した材料であるといえる。施工実績は数例あり、追跡調査を行っている。

また、配合を変えることにより物性を変化させることができ、今後も適用法を検討していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 伊田久慶ほか：フランス製伸縮装置シーペックジョイントの施工、第17回道路会議論文集、1987.
- 2) 池辺輝義、富澤光一郎ほか：樹脂系弹性コンクリートスピイラベリング試験、第42回土木学会年次講演会概要集、第V部門、1987.
- 3) 富澤光一郎：弹性コンクリートの制振材への適用、川田技報、Vol. 6, 1987.