

I-64

改良型埋設ジョイントの施工報告と新構造の提案

(株)日本製鋼所

○正員 寺田 寿

(株)日本製鋼所

正員 熱海 明彦

北海道開発局開発土木研究所

正員 三田村 浩

北海道開発局開発土木研究所

正員 池田 憲二

1. はじめに

平成7年1月に発生した兵庫県南部地震を契機に、道路橋の耐震性を高めるため免震支承あるいは地震時水平力分散支承を採用した橋梁が増えつつある。このような橋梁では、桁の地震時応答変位が大きくなり、大遊間に対応する埋設ジョイントの開発が求められている。一般国道37号線長万部町長万部橋における水平力分散支承の採用に伴い、著者らは上下変位も含む全移動方向可能な改良型埋設ジョイントを開発し、試験施工を行なったので設計、製作の報告をするものである。また、地震による応答変位が150mm程度を想定した橋梁への採用も考慮し、全方向の移動が可能である簡易な改良型埋設ジョイントの検討を行なったので併せて報告する。

2. 改良型埋設ジョイントの施工報告

1) 対象橋梁

今回、改良型埋設ジョイントを施工したのは一般国道37号長万部町長万部橋である。本橋梁は、支間長47.0m+41.0m+49.5m、幅員9.5m(車道部)+4.0m(歩道部)の3径間連続5主鈎桁橋である。本埋設ジョイントの構造を図-1および図-2に示す。

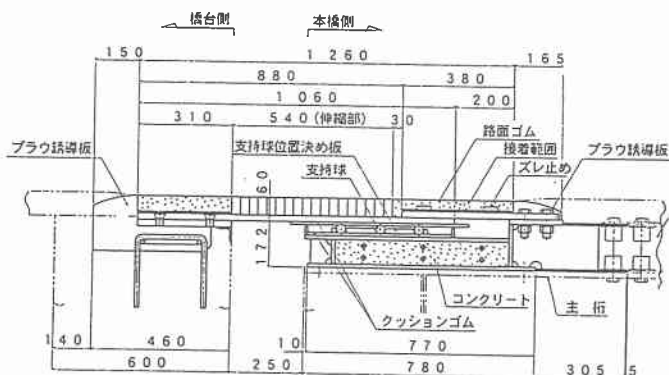


図-1 断面図

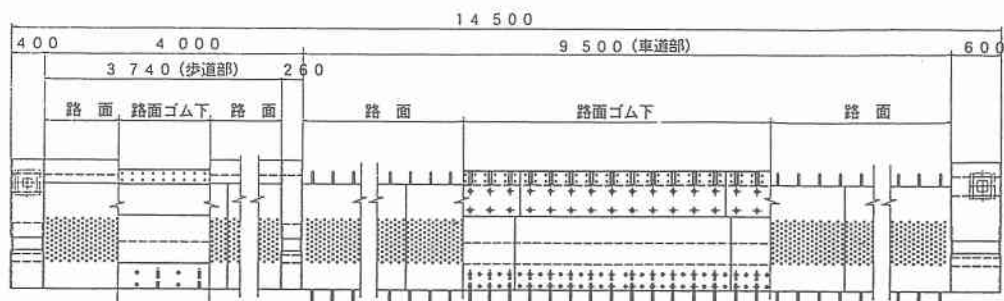


図-2 平面図

Experience Report And Proposal Of New Structure For Recycle Hybrid Plug-Joint
Hisashi TERADA, Akihiko ATUMI, Hiroshi MITAMURA, Kenji IKEDA

2) 移動機能と変位吸収システムの概要

本装置の主な基本構造および機能を、図-3に示す。

- ① 橋軸または橋軸直角方向の移動は、固定側固定板と移動側固定板に挟まれた移動ボールの回転機能による。
- ② 路面上の移動は、路面にあたるゴムのくり貫き部の変位吸収部で行なう。
- ③ ゴム接着部（移動側）は、ゴムの下面に貼ったスライド板と固定側固定板とのすべりにより移動を可能にする。

すなわち、温度収縮および小規模地震による変形までは伸縮装置全体として吸収し、大規模地震での伸縮装置の変位吸収量を上回る変形に対しては、路面に当たるゴムマットが押し出された状態となるが、桁間間は固定板と移動ボールの機能により十分確保されているため、橋台と桁あるいは桁同士の衝突は回避される。

3) 施 工

本埋設ジョイントは、施工性を考慮し、製作工場で鋼板部製作から路面ゴム部の貼りつけ作業まで行ない、架設現場に搬入する際には、一体と成るような構造とした。製作手順を図-4に示す。

- ① 鋼材部である固定側固定板、移動側固定板および移動側スライド板は、補修時に車輛の交通規制を考慮し片側は通行出来、また短時間で施工できるように部材の長さを4.1mから2.5m程度に分割した。
- ② 鋼材部は、防錆上から溶融亜鉛メッキ（HDZ55）施工を行なう事とした。このためメッキ後の溶接施工が出来ないため組立を段階毎に行ないながら取り付け部材および孔位置の野書きを行ない製作した。（写真-1）



写真-1 野書作業

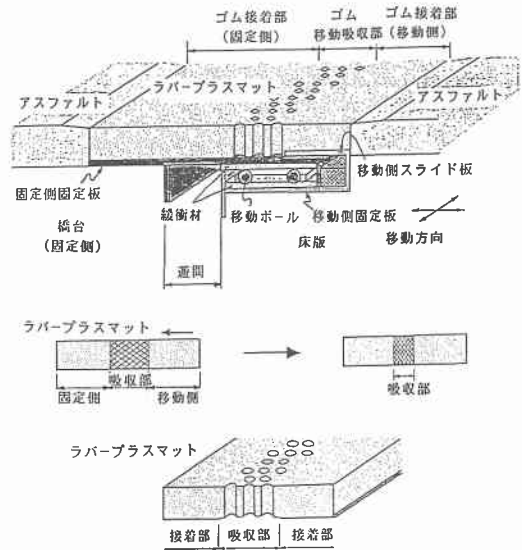


図-3 基本構造

鋼板部製作



ゴム部製作

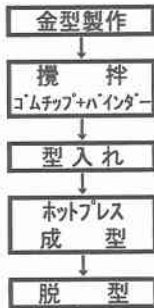


図-4 埋設ジョイント製作手順

- ③ 縦横断勾配や車輛による衝撃等により、移動ボールが方寄れを起す事を防ぐためバネスプリングを設置した。図-5に示す。(写真-2)
- ④ 路面ゴムの金型はハンドリングの良さから軽量なアルミ製とした。更に、ゴム移動吸収部の孔配置を標準化し再利用可能な金型とした。(写真-3)
- ⑤ 路面ゴムの移動吸収部の孔は、供用後ゴミ、小石等が入り移動機能を損なうない様弾性シール材を充填した。(写真-4)

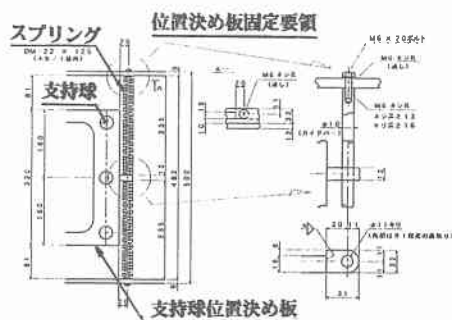


図-5 移動ボール位置決めバネスプリング



写真-2 移動ボール位置決めバネスプリング

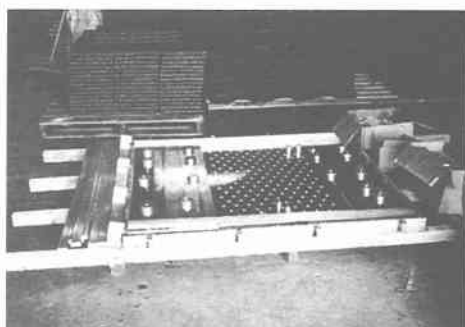


写真-3 路面ゴム金型



写真-4 シール材充填



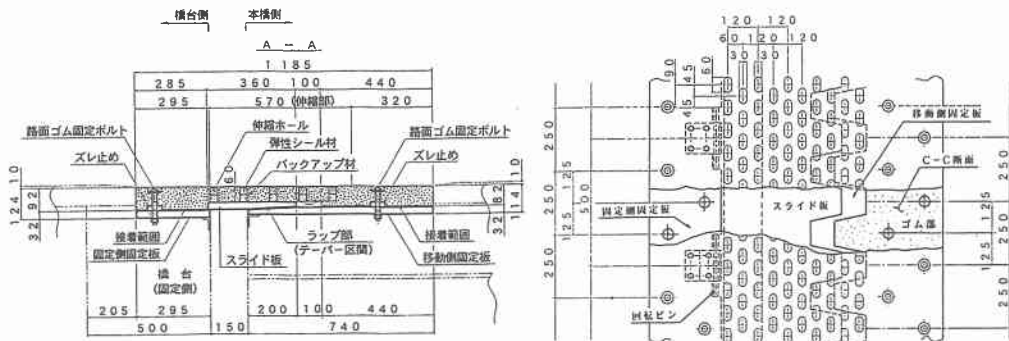
写真-5 架設状況

3. 改良型埋設ジョイントの新構造の提案

1) 移動機能と変位吸収システムの概要

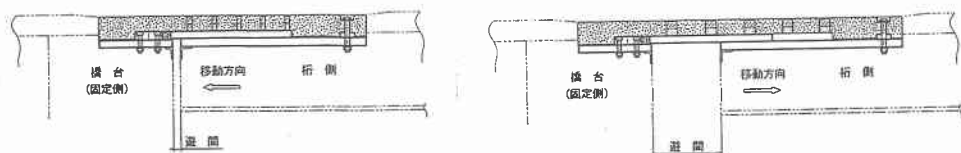
長万部橋埋設ジョイントは、固定側固定板と移動側固定板に挟まれた移動ボールの回転機能と路面ゴムの吸収部で変位を吸収していたが、このたび提案する改良型埋設ジョイントは、地震時による応答変位量を150mmと想定し量的に少ない。このため路面ゴムの移動吸収部のみで変位を吸収する構造とした。構造を、図-6に示す。

本システムの主な変位吸収機能および概要は、次のとおりである。



図ー6 構造図

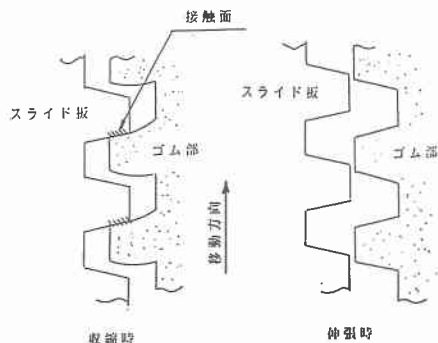
- ① 橋軸方向の移動において、路面上は従来と同様に路面ゴム吸収部で行なう。また、路面ゴム下の鋼材部の移動は、固定側固定板とピンで固定されたスライド板で行なう。(図ー7参照。)



図ー7 橋軸直角方向移動システム

- ② 橋軸直角方向の移動において、路面ゴム下のスライド板および移動側固定板側のゴム部をくし型形状とし、輪荷重下の空間を少なくした。収縮の鋼材部とゴム部のラップ部はゴムの変形で吸収する構造とした。図ー8に示す。
- ③ 活荷重による移動側固定板の回転は、スライド板を固定側固定板に回転ピンで固定し回転を吸収する事とした。
- ④ 路面ゴムと鋼材部は、接着材とで一体化するが、浮き上がり防止のためゴムをボルトで固定した。
- ⑤ 車輪走行時の横方向の水平力に抵抗する役目としズレ止めを設置した。

スライド板は、遊間が最大の300mmとした単純梁で行ない、輪荷重は衝撃係数を100%として20tfで強度計算を行なった結果、SM400材で必要板厚は、輪帯幅の500mmを有効とした場合 $t=29$ mmとなる。市場性を考え $t=32$ mmを採用した。



図ー8 橋軸直角方向移動システム

2) 路面ゴムの変位吸収部のくり貫き形状の検討

① 解析方法

路面ゴムの伸縮性能を向上させる最適な溝形状を検討するために、図-9から図-11に示す3タイプの溝形状を考えFEM解析により変形性能を比較した。タイプ1およびタイプ2は、長方形の溝を橋軸方向に対しそれぞれ直角および平行に配置した構造である。また、タイプ3では円形の溝を配置している。

解析は、汎用構造解析プログラムABAQUSを用いて行なった。路面ゴムのモデル化に関しては、路面ゴム平面内の変形のみを対象とし4節点平面ひずみ要素を用いた2次元モデルとした。また、モデルの対象性を考慮して、タイプ1では1/2領域を、タイプ2とタイプ3については1/4領域を解析対象とした。

解析は、引張負荷と圧縮負荷の2種類について行なった。引張負荷の場合には150mmまで、また圧縮負荷の場合には溝部の要素が接触するまで強制変位を与えた。図-12および図-13に、解析から得られた荷重-変位曲線を示す。

② 解析結果

本解析結果の荷重-変位曲線より変位150mmまでの引張荷重は、最小はタイプ1で45KN、最大は126KNとなった。また、圧縮負荷に対しては、タイプ1およびタイプ3で変位約108mmで溝部の要素が接触した。この時の圧縮荷重は、タイプ1で26KN、タイプ3で112KNであった。この結果より引張荷重に対して3倍、圧縮荷重に対して4倍となった。タイプ1は、変形性能に優れており圧縮時に起こるゴムの浮き上がり現象に対しては有効である事が分かった。

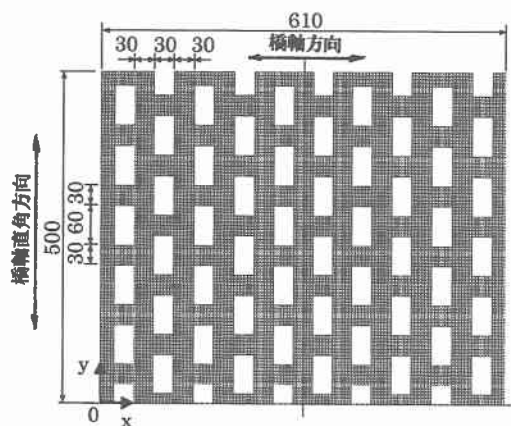


図-9 タイプ1

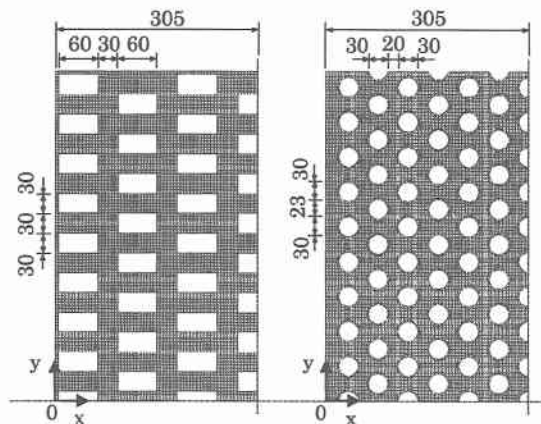


図-10 タイプ2

図-11 タイプ3

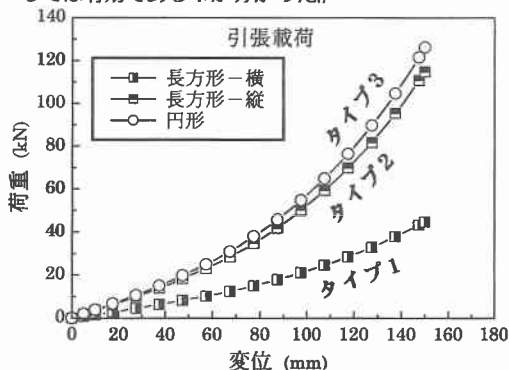


図-13 荷重-変位曲線 (引張)

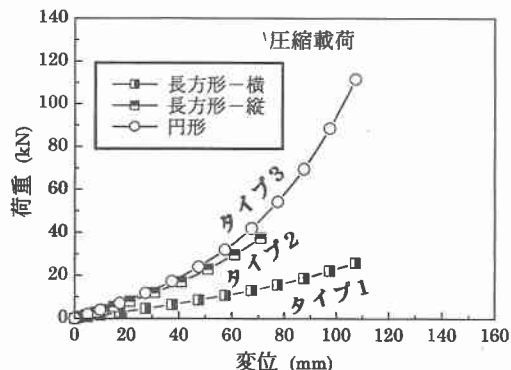


図-12 荷重-変位曲線 (圧縮)

3) 経済性の比較

埋設ジョイントに使用する路面ゴムは、近年の課題である廃タイヤを利用したリサイクル品とし、コスト縮減に対応する低コスト化を目的としている。また、路面ゴム下面に設置する鋼材板は部材数が少なく加工および組立が容易な構造であるため、従来の鋼製伸縮装置に比べ製作コストの低減がはかれる。長万部橋の実績および従来のゴムジョイントとの伸縮量と価格の関係を図-14に示す。

また、本路面ゴムのゴムチップ密度は 0.9 g/cm^3 であり、表-1および図-15に示す様にラベリング試験結果からも一般アスファルトに比べ路面ゴムのすりへり深さが小さい。このため、路面材料としても耐磨耗性に優れている材料と考えられ、経済効果が期待できる

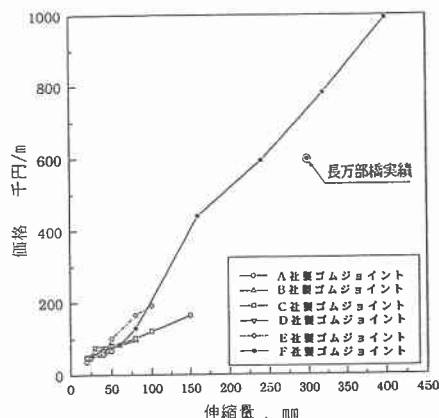


図-14 従来製品のコスト比較

表-1 ラベリング試験による密度と平均すりへり深さ

ゴムチップ密度 g/cm ³	スハイク+チェーン ゴムチップサイズ		スハイク ゴムチップサイズ	
	1~2mm	2~4mm	1~2mm	2~4mm
0.60	5.30	3.66		
0.70	2.74	1.13		
0.80	1.10	0.41		
0.85	0.81	0.40	0.01	0.01
0.90	0.64	0.29	0.01	
0.95	0.51	0.39	0.01	

バインダー量：10%

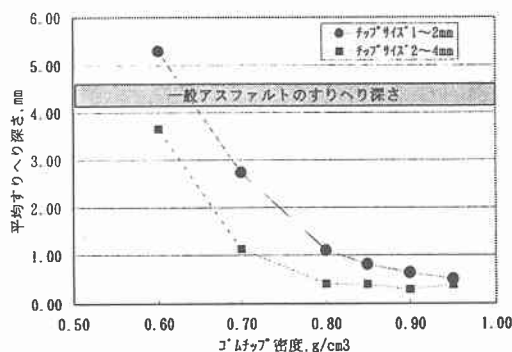


図-15 ゴムとアスファルトの比較

3. おわりに

1) 長万部橋における改良型埋設ジョイントは、製作・架設における施工性を考慮し以下の結果を得た。

- ①鋼材部の部材数が従来の鋼製伸縮装置より少くなり、製作コストの低減が図れた。
- ②メッキ施工を考慮し、組立段階毎に寸法確認をしながら加工する事により、精度の良い製品が出来た。
- ③路面ゴム接着作業を含む全ての作業を工場内で行なったため、品質が確保された。
- ④架設に際して一体構造のため、短時間の施工が可能となった。

2) 新構造の提案をした改良型埋設ジョイントは、解析結果より温度変化には十分に変位吸収出来る。また、今回想定した地震時における応答変位量において、引張については150mmまで変位吸収が可能と考えられ、圧縮については110mm程度までが可能との解析結果となった。今後は、実験等を行ない橋軸方向および橋軸直角方向限界変位の確認、移動のメカニズム確認を行なうことが必要と考える。また、変位吸収部の溝形状が、橋軸直角方向に長辺な小判型のため、タイヤによる制動や発進時のゴム路面の損傷程度についての確認実験が必要と考える。

参考文献

- 1) 熱海明彦, 佐々木義博, 三田村 浩, 佐藤昌志: 改良型埋設ジョイントの開発と走行実験, 北海道支部論文報告集, 第55号(A), pp.150-155, 1999.
- 2) 近藤益央, 運上茂樹, 大住道生: 大変位吸収システムの動的特性に関する実験的検討について, 土木学会年次学術講演会講演概要集, Vol.53 B, pp.692-693, 1998.