

埋設ジョイントの損傷原因と補修についての一考察

金田 崇男¹

¹本四高速(株) 岡山管理センター 道路維持課 (〒701-0304 岡山県都窪郡早島町早島2985番地)

岡山、香川の両県を結ぶ瀬戸中央自動車道は供用から20年が過ぎ、橋梁付属物の一つである伸縮装置の損傷が目立ってきている。中でも、陸上部区間で使用している埋設ジョイントの損傷は、流動化わだちを起こすなど道路走行に影響を及ぼす恐れがあるのが見られる。

今回、特に損傷の大きな流動化わだちの発生原因の推定を行うとともに、その損傷の傾向から今後の補修方針についての一考察を述べる。

キーワード 伸縮装置、埋設ジョイント、維持管理コスト、流動化わだち、補修幅員

1. はじめに

瀬戸内海に架かる本州四国連絡高速道路の一つである岡山、香川の両県を結ぶ瀬戸中央自動車道(延長37.3km)は、平成20年4月に供用から20年を迎えた。本自動車道は片側2車線、設計速度100km/hの一般国道(自動車専用道路)であり、日平均断面交通量は14千台(平成19年度)である。

本四高速岡山管理センターは、早島～児島IC間の陸上部区間19.3km(以下、岡山管内とする)を管理している。

道路付属物の一つであり走行性に直接影響する伸縮装置については、通行車両の車輪による繰り返し荷重で損傷が著しく、平成10年度より順次補修を行っている。主な補修は、表面がゴム材のものを鋼材のジョイントに取り替えるものであるが、伸縮量の小さい箇所では埋設ジョイントへの取り替えを行ってきた。

本論は、埋設ジョイントにおいて確認された損傷の発生原因について、補修方法や橋梁条件との関係を分析し、今後の補修のあり方について考察するものである。

2. 岡山管内における伸縮装置の現況

(1) 伸縮装置の種類

伸縮装置の種類は、表-1の通り5形式に区分している¹⁾²⁾。この中で、ゴムジョイントは表面部材がゴム材のもの、表面部材が鋼材のもの2種類に分類している。

表面が鋼材のもの(D2、E2)は、いわゆる簡易鋼製型とも呼ばれるタイプであり、主に既製品のものである。

本論で対象とする岡山管内の伸縮装置は、表面部材が

ゴム材、鋼材のジョイント、鋼製フィンガージョイント、及び埋設ジョイントが大部分を占めている(図-1)。

表-1 伸縮装置の分類

形式(※1)	種別(※2)	内容	
鋼製フィンガージョイント	A	鋼製フィンガージョイントでSM400を主材料とするもの	
	B	鋼製フィンガージョイントで铸鋼(FCD400)を主材料とするもの	
突合せジョイント	C	伸縮部に合成ゴムをシールしてその両側に樹脂モルタルを打設する舗装内型式のもの	
ゴムジョイント	表面: ゴム材	D1	突合せ型・表面がゴム製
		E1	荷重支持型・表面がゴム製
	表面: 鋼材	D2	突合せ型・表面が鋼製
		E2	荷重支持型・表面が鋼製
埋設ジョイント	F	目地材を投入した簡単なもの(切削目地)	
	M1	埋設ジョイントで遊間調整およびギャッププレート、瀝青シート等を設置し、密粒度AS(下層部)により舗装を施工するもの	
	M2	埋設ジョイントで遊間調整およびギャッププレート、瀝青シート等を設置し、開粒度AS(下層部)、密粒度AS(上層部)により舗装を施工するもの	
ビーム型ジョイント	-	ビームで構成された複数方向に伸縮可能なもの	

※1:形式はNEXCO設計要領・橋梁保全編による

※2:種別は本四・積算要領・第32編による

(2) 伸縮装置の損傷傾向

表面がゴム材のジョイントでは、ゴム材の経年劣化や車輪の繰り返し荷重による亀裂、ボルトの露出などの損傷が見られる。表面が鋼材のジョイントや鋼製フィンガージョイントの場合は、後打ちコンクリートの損傷や止水材の劣化などである。埋設ジョイントではわだち掘れやひびわれが主な損傷である。

損傷の発生箇所は、交通量の多い走行車線部に目立っている。路肩部については車両の走行がないため、補修

対象となる損傷はほとんど確認されていない。

(3) 伸縮装置の補修履歴

供用開始時と平成20年度末における伸縮装置の補修変遷を図-1に示す。車線別（追越、走行、加減速）に区分すると、上下線を合わせて439車線に設置されている。

供用時は表面がゴム材のジョイントが多かったが、補修により表面がゴム材のジョイントを表面が鋼材のジョイントか埋設ジョイントへ取り替えていることがわかる。

表面がゴム材の伸縮装置については、約80%で取替が終わっている。

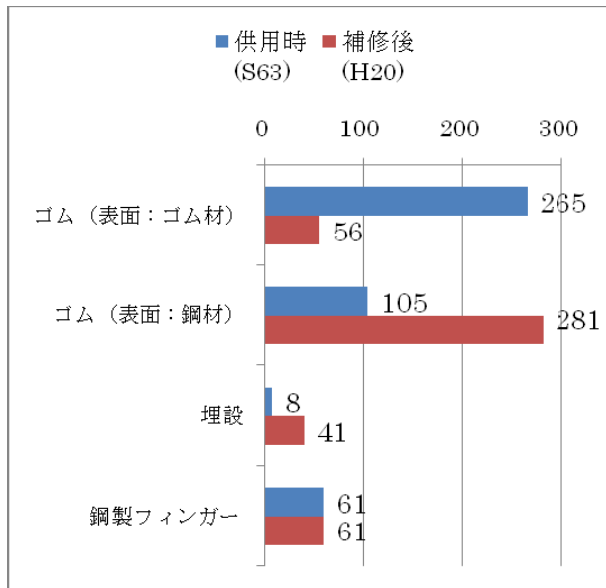


図-1 伸縮装置の補修変遷

3. 伸縮装置の補修方法

岡山管内では、損傷の発生した箇所を含む車線単位での取替を行っている。走行車線部のみに損傷が確認された場合、追越車線部、路肩部を同時には施工せず、それらについては損傷に至った時点で補修するという補修コストを意識した方法である。これは、損傷していない追越車線部や路肩部より、すでに損傷している他の箇所を補修した方が経済的であり走行の安全性確保になると判断したためである。

表面がゴム材のジョイントについては、一般的にゴム部分だけの取替が可能であるが、ボルト等の腐食が進んでいたことや、今後も同様のサイクルでゴムの劣化が起る確率が高いことなどの理由から、表面が鋼材のジョイントか埋設ジョイントにタイプ変更している。

年に1回の頻度で行う点検結果に基づき計画的な補修を進めているが、路肩部については変状がほとんど発生しておらず既設ジョイントが残った状態である。

4. 埋設ジョイントの現況

(1) 埋設ジョイントの種類

埋設ジョイントは、伸縮吸収型、伸縮分散型、伸縮誘導型の3つに分類されている³⁾。岡山管内は伸縮吸収型が設置されているが、このタイプは軟質な舗装材料を使用し、舗装体全体の変形性能によって伸縮量等を吸収するものである。したがって、その特性から比較的「わだち掘れ」が発生しやすいとされる。

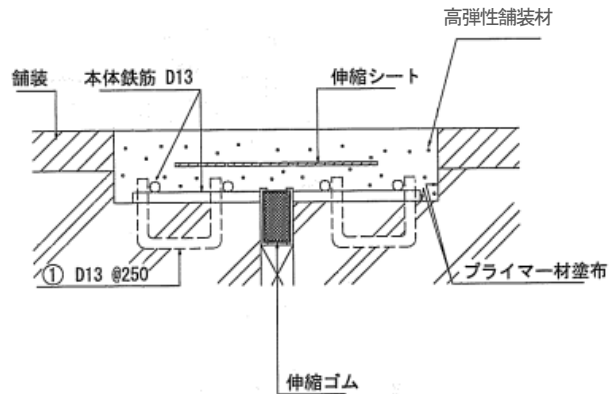


図-2 埋設ジョイントの構造（伸縮吸収型）

(2) 埋設ジョイントの損傷傾向

岡山管内で確認された損傷を表-2に示す。これは過去に設置されていた箇所を含めた50箇所における延べ数である。わだち掘れ、ひびわれ、舗装面との開き等があり、わだち掘れが最も多く発生している。

わだち掘れは埋設ジョイントの舗装材料が隆起するような損傷度の大きなものも目立っている。中には、走行に影響を及ぼす恐れがあるまでになったものもあり、随時、流動した舗装材料を除去する補修を行っている。

ひびわれは横断方向に入るもので、点検における判定ランクは低いものの、箇所によっては埋設ジョイントに取り替えた翌年に確認されたものなどがあり、再度取り替えを行っている。

表-2 埋設ジョイントの損傷

種類	箇所
わだち掘れ	21
段差	1
ひびわれ	18
舗装面との開き	8
バインダー剥離	5

※箇所数は延べ

5. 埋設ジョイントの損傷原因の分析

(1) 伸縮量と変状発生状況

伸縮量と設置後10年以内の変状発生状況の関係を求めた。その結果を図-3に示す。図-3の横軸は伸縮量、縦軸は箇所数である。設置後10年以内の変状発生状況を2段

階に区分している。

図-3中の「あり」は性能または機能低下が見られる変状であるが、緊急補修は必要でなく予防保全の観点から計画的に補修を行う変状があるものを示す。「なし・軽微」は変状はあるが性能または機能低下は見られず、補修の対象ではない、あるいは10年間は変状が発生していないものである。

本四高速では、埋設ジョイントの適用条件は伸縮量30mm以下と定められている¹⁾。ここで、伸縮量0mmでは、「あり」が2箇所に対して、「なし・軽微」は12箇所とほぼ健全であることがわかる。10mmより大きく15mm以下と15mmより大きく20mm以下のところで変状の発生割合が逆転してはいるが、全体的な傾向としては伸縮量が小さいほど変状発生割合が低い傾向にあり、伸縮量の大小が埋設ジョイントの損傷要因の一つであることが確認できる。

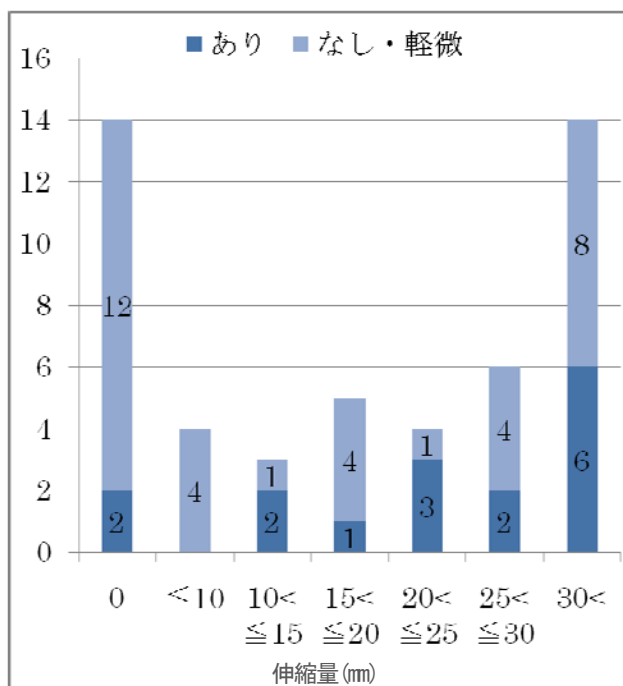


図-3 伸縮量と変状発生状況

(2) 設計遊間と変状発生状況

設計遊間との関係を図-4に示す。100mmでは「なし・軽微」が17箇所と多いが、そのうちの半数以上は点検の判定上は軽微であるものの、埋設ジョイントに取り替えて数年のうちにひびわれが発生したため、別の伸縮装置に取り替えている。

60mm以上についてはすべてで変状が発生しており、50mmで「あり」と「なし・軽微」が同数となり、40mm以下ではほとんど変状は発生していないことがわかる。ここから、設計遊間も埋設ジョイントの変状発生に影響があると考えられる。

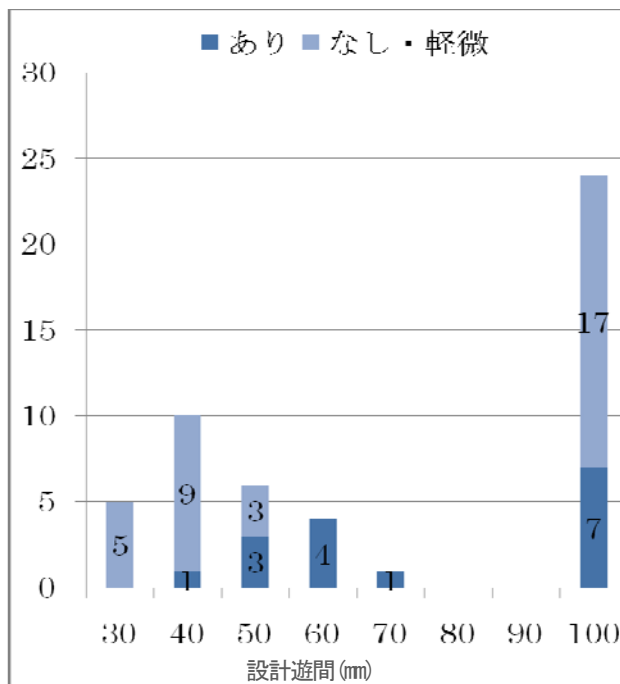


図-4 設計遊間と変状発生状況

(注：100mmの「なし・軽微」のうち、8箇所は早期に損傷したため取替を実施。)

(3) 考察

設計遊間は伸縮量等を踏まえて設定されているが、伸縮量だけで決まるものではない。したがって、設計遊間についても伸縮量と同様に埋設ジョイントの変状発生に影響を与える要因であるとし、埋設ジョイントの適用条件として加味するのが望ましいと考えられる。

ここで、伸縮量が10mmより大きく15mm以下の2つの変状ありの箇所は、設計遊間が50mmである。また、伸縮量が15mmより大きく20mm以下の「なし・軽微」の4箇所は設計遊間がいずれも40mmである。また、図-4からも設計遊間が40mm以下であれば、補修の必要な変状がほとんど発生していないことから、「伸縮量が20mm以下」かつ「設計遊間が40mm以下」での適用であれば、比較的変状の発生が低いと考えられる。

6. わだち掘れの発生

(1) わだち掘れの損傷度

4.(2)で示したように、岡山管内の埋設ジョイントで最も顕著である損傷はわだち掘れである。わだち掘れについて、補修幅員と損傷度の関係を表-3と図-5に示す³⁾。

損傷度W=0は異常がなく、損傷度W=3は最も程度がひどく材料の流動化（材料の移動）が見られるものを示す。

補修幅員とは、埋設ジョイントを施工した幅員のことであり、たとえば3.6m程度の場合は走行車線部あるいは追越車線部のみを取り替えたことを示す。

(2) わだち掘れと補修幅員

21箇所のわだち掘れのうち、写真-1、2のような流動化わだち（損傷度W-3）が生じたものは10箇所である。埋設ジョイントの舗装材料が流動し、車線内や隣接する車線との境界上に隆起し、走行性を損ねる恐れがある状態である。

損傷度の大きなわだち掘れは、6.0m程度以上の補修では少なく、3.6m程度の補修では顕著である。これらより、わだち掘れの損傷度と補修幅員が関係していることが推察される。

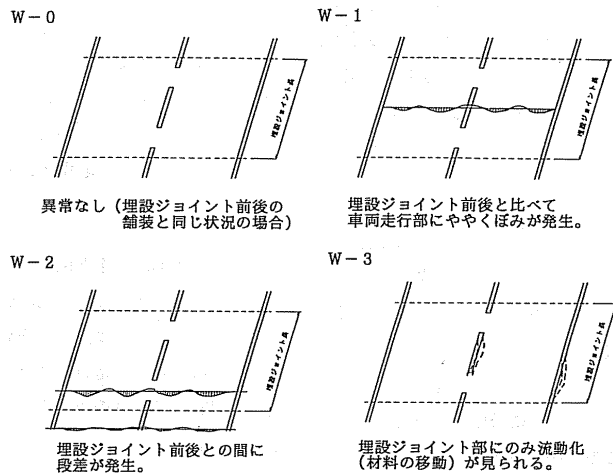


図-5 わだち掘れの損傷度³⁾

表-3 わだち掘れの損傷度と補修幅員³⁾

	状態	補修幅員		
		3.6m程度	4.5m程度	6.0m程度以上
損傷度	W-0 異常なし（埋設ジョイント前後の舗装と同じ状況）	4	3	22
	W-1 埋設ジョイント前後と比べて車両走行部にややくぼみが発生	0	2	4
	W-2 埋設ジョイント前後との間に段差が発生	3	0	2
	W-3 埋設ジョイント部にのみ流動化（材料の移動）が見られる	7	2	1



写真-1、2 流動化わだち

（注：写真の箇所は既に補修済みである）

(3) 考察

わだち掘れと補修幅員との関係は、補修幅員が短くなるほどわだち掘れの損傷度が大きくなる傾向が見られた。岡山管内の事例からは、3.6m程度の取替であれば損傷度W-3相当の流動化わだちが発生しやすいことが伺える。これは、埋設ジョイントの軟質な舗装材料が前後の舗装に追従して流動するのを、両端にある形式の異なった伸縮装置部材により阻害され、埋設ジョイント自身のわだちを顕著にしているためと考えられる。

施工の程度や伸縮量、設計遊間等の橋梁条件の違いはあるものの、比較的わだち掘れの発生しやすい伸縮吸収型の埋設ジョイントでも、全幅施工した場合はわだち掘れの発生率が低いことから裏付けられる。

7. 結論

埋設ジョイントの適用について、本四高速岡山管内の事例をもとに考察を行った。その結果、伸縮量は「20mm以下」、同様に設計遊間についても、「40mm以下」での適用がよいという知見を得た。それと合わせ、車線単位での補修によって埋設ジョイントに見られた損傷についてもその発生要因を分析した。

箇所数は少ないものの、様々な条件の事例を整理したもので、今後の適用条件の設定に役立つデータが得られたと考える。

本四高速岡山管内では損傷した車線部分を優先して補修してきた。今般の厳しい維持管理費抑制時代においては、損傷のない路肩部分を残して車線部だけ補修を行うケースは起こり得る事象である。しかし、今回の報告は補修コスト重視での対処だけでは将来に問題を残すことを示す良い事例でもある。埋設ジョイントの場合、両端に異種構造の伸縮装置を設置することによる弊害でその寿命が短くなり、かえってLCCが高くなってしまいうという事態が起こり得る。その他にも、伸縮装置の取替を車線単位で行うことは、境界点での止水等の問題もある。以上から、今後、埋設ジョイントの施工にあたっては、伸縮量、設計遊間等を踏まえ、かつ可能な限り全幅員の施工を行うことが望ましいと考える。

参考文献

- 1) 金田：伸縮装置の補修指針（案）の制定について、第17回技術発表会論文集、2007.7
- 2) NEXCO中央研究所：設計要領第2集 橋梁保全編、2006.4
- 3) (財)道路保全技術センター：既設橋梁のノージョイント工法の設計施工手引き（案）、1995.1
- 4) 金保、高木：瀬戸中央自動車道（早島管内）伸縮装置の補修計画、本四技報、Vol.28、No.103、2004.9