

伸縮装置の設計 ガイドライン

2019年 4月

日本道路ジョイント協会

ま え が き

橋梁用伸縮装置は昭和 35 年に初めて国内で製品化されてから、今日まで交通条件の変化や多様なニーズに対応しながら「製品化伸縮装置」として供給され続けています。

道路橋伸縮装置便覧（社団法人・日本道路協会著）は、遡ること昭和 45 年に刊行されて以来、約 50 年が経過し、この間、幾度の道路橋示方書改定とともに設計方法や要求性能の明確化、地震時の健全性の評価、耐荷性能、疲労耐久性能等について考え方が大きく変化してまいりました。

日本道路ジョイント協会は、道路橋用伸縮装置の分野における業界団体として、優れた製品化伸縮装置の普及促進を図るとともに、その適用性の明確化に努めるべく、各伸縮装置メーカーの専門家の方々に構成する技術検討委員会を行い、本書、『伸縮装置の設計ガイドライン』を道路橋示方書・同解説（平成 29 年 11 月）（社団法人・日本道路協会）の改定に伴って、性能や限界状態を適切に設定および設計できるよう発刊する運びとなった次第です。

また、伸縮装置は前述の耐荷性能および疲労耐久性能に加え、様々な上部構造の変位を吸収しながら直接交通荷重を受ける過酷な使用環境下に置かれており、道路橋部材の付属品（付属物）という扱いでありながら、必要不可欠な部材装置として位置づけられています。特に道路橋の長寿命化の観点からも非常に重要な部材となっています。

このような背景のもと、本書は、道路橋示方書を補完することを目的とし、用語・設計・施工・点検・損傷事例・質問事例集など多岐に渡り資料を纏め、重要な箇所は挿し絵、略図、写真等、豊富に多用することで多くの方々にご理解を得られるよう工夫いたしました。

多くの方々に、伸縮装置の役割や技術を正しくご理解いただき、調査、設計、施工および維持管理において一助となればと切に祈念しております。

なお、本書は現時点での考えをまとめたものですので、参考にして頂きながら、実務におきましては事業主体など関係機関と十分に協議されるようお願い致します。

日本道路ジョイント協会 技術委員会
ガイドラインWG

目 次

1. 用語	1
2. 伸縮装置の分類	8
2. 1 形式の分類	8
2. 2 荷重支持型伸縮装置 総則	9
2. 2. 1 荷重支持型伸縮装置	11
2. 2. 2 突合せ型伸縮装置	20
2. 2. 3 埋設型伸縮装置	22
3. 選定基準	24
3. 1 選定的前提条件	24
3. 2 伸縮装置性能一覧表	24
4. 伸縮装置の検討	25
4. 1 伸縮装置検討の基本	25
4. 2 上部構造端部の遊間の設定	29
4. 3 伸縮量の算出	31
4. 3. 1 伸縮量の区分・種類	31
4. 3. 2 常時設計伸縮量	32
4. 3. 3 地震時設計移動量	41
4. 3. 4 ジョイントプロテクター	43
4. 3. 5 伸縮装置の選定	44
4. 4 止水構造	45
4. 4. 1 二次止水構造	45
4. 4. 2 端部止水構造	46
5. 設計上の基本事項	48
5. 1 一般	48
5. 2 作用	49
5. 3 使用材料	50
5. 3. 1 一般	50
5. 3. 2 強度の特性値	51
5. 4 応力度の制限値	54
5. 5 耐荷性能の照査	57
5. 6 耐久性能の照査	59
5. 7 フェイスプレートの耐荷性能の計算例（活荷重）	60

6. 施工	62
6. 1 一般	62
6. 2 品質管理（出来形管理）	67
7. 点検	69
7. 1 点検	69
7. 2 判定	77
7. 3 部分補修	79
8. 伸縮装置の選定計算例	83
8. 1 新設・簡易式	83
8. 1. 1 鋼橋、単純桁の場合（新設・簡易式）	83
8. 1. 2 鋼橋、3径間連続桁の場合（新設・簡易式）	84
8. 1. 3 PCけた、3径間連続桁の場合（新設・簡易式）	85
8. 1. 4 鋼単純けた+PC3径間連続けたの場合（新設・簡易式）	87
8. 2 新設・標準計算	89
8. 2. 1 PC橋、単純けたの場合（新設・支承設計移動量より）	89
8. 3 補修・簡易式	92
8. 3. 1 RC桁、単純けたの場合（補修・簡易式）	92
8. 3. 2 鋼単純けた+PC3径間連続けたの場合（補修・簡易式）	94
9. その他	96
9. 1 乾式止水材	96
9. 2 すべり止め	96
9. 3 除雪誘導板	97
9. 4 性能規格（参考例）	98
10. 付属資料	99
10. 1 伸縮装置の施工詳細	99
10. 2 段差修正工	117
10. 3 桁の撓みによる移動量（計算結果例）	118
10. 4 FAQ	121
10. 5 桁長のとり方	131

本書作成編集委員名簿

日本道路ジョイント協会：技術委員会

H29 道示改定「伸縮装置の設計ガイドライン」作成 WG

◇ ガイドブック作成 WG

委員	竹村 浩志、○小倉 浩則	○ ショーボンド建設株式会社
〃	石野 勝保、杉内 松二	中外道路株式会社
〃	◎熊谷 洋一、○久慈 茂樹	◎ 東京ファブリック工業株式会社
〃	佐伯 浩二、○近藤 翼	○ ニッタ株式会社
〃	○薦岡 良至	○ 秩父産業株式会社
〃	三瓶 太一、稲田 大輝	日本鑄造株式会社
〃	竹内 正、会田 智也	ヒートロック工業株式会社
〃	武延 芳治、徳久 啓二	アオイ化学工業株式会社
〃	木下 正彦	株式会社橋梁メンテナンス
〃	高井 博之	株式会社川金コアテック
〃	中村 博	日本橋梁工業株式会社

※ 順不同、敬称略

※ ◎は主幹事 ○小WG 担当幹事

◇ 事務局長

熊谷 秀一 日本道路ジョイント協会

1. 用語

本ガイドラインで取り扱う用語は以下のように定める。

(1) 伸縮装置

橋梁の種々の変位に追従し、車両（人）が支障なく通行できるように桁端部に設ける装置をいう。

ここでいう伸縮装置は、桁の温度変化、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮、車両荷重等による桁端の変位に追従し、車両が橋面を支障なく走行できるようにするとともに、橋梁遊間からの漏水を防ぐために橋梁の桁端部に設けられる装置をいう。

一般的な名称として伸縮継手、もしくは伸縮目地材と言われる場合もあるが、道路橋示方書（以下、道示）に基づき名称は伸縮装置とする。このガイドラインでは、伸縮装置の形式、種類においては、便宜上「〇〇ジョイント」と呼ぶことがある。

(2) 伸縮装置の耐荷性能

伸縮装置の耐荷性能は、橋の耐荷性能 1 を満足する性能をいう。

伸縮装置の耐荷性能はレベル 1 地震動においてその変位または荷重を担保できることを前提としている。

レベル 2 地震動においてはある程度の破損・破壊は想定しながらも、復旧性や交換補修性に配慮して伸縮装置を選定する。

(3) 製作伸縮装置（鋼製フィンガージョイント・鋼製スライドジョイント）

主に橋梁新設時に工場にて製作され、製品として一般販売されていない伸縮装置をいう。

製作伸縮装置は、主に橋梁新設時にその橋梁毎の伸縮量や遊間量にあわせて設計・製作される伸縮装置で、製品として一般販売されていない伸縮装置をいう。

このガイドラインは以下に示す「製品化伸縮装置」に関する事項をまとめたものであり、製作伸縮装置にそのまま適用できない事項も含まれている。

(4) 製品化伸縮装置（製品ジョイント）

橋梁新設時もしくは橋梁補修時に用いられるもので、製品として一般販売されている伸縮装置をいう。

製品化伸縮装置は、伸縮装置メーカーにより製品として一般販売されている伸縮装置で、橋梁新設時もしくは橋梁補修時に用いられる伸縮装置をいう。製品化伸縮装置の性能や規格については各伸縮装置メーカーが個別に設定しており、このガイドラインではこれらの製品化伸縮装置に共通する一般的な事項について記載している。

尚、製品化伸縮装置は、「一般的なジョイント」、「既製品ジョイント」および「製品ジョイント」などとも呼ばれるが、本書では「製品化伸縮装置」として統一表記することとした。

(5) 常時許容伸縮量

温度変化等による桁の移動に対して伸縮装置がその機能を損なわず、追従可能な伸縮量の範囲をいう。

桁端部において温度変化等により生じる常時移動量に対し、伸縮装置の対応可能な移動量を常時許容伸縮量という。一般に、各伸縮装置メーカーが製品タイプごとに公表している値が用いられる。

伸縮装置に求められる要求性能は変位追従性の他に、平坦性、止水性、耐久性、安全性などがあり、これらの要求性能を十分に満足するよう、適切な構造及び材料を選定する。

常時許容伸縮量は標準温度の状態からの変位量ではなく、合計した絶対移動量（全移動量）で表すのが一般的である。

適用する部位の伸縮量がこの常時許容伸縮量の範囲内となっていない場合には、伸縮装置に損傷が生じるため、伸縮装置の選定の際にはこの常時許容伸縮量が適用範囲内であるかについて確認しなければならない。

(6) レベル1許容伸縮量

レベル1地震動による桁の移動に対して伸縮装置がその機能を損なわず、追従可能な伸縮量の範囲をいう。また、レベル1地震動の作用力に対し変位追従させずに、伸縮装置の荷重支持力によって対応する場合もある。

桁端部においてレベル1地震動により生じる移動量に対し、伸縮装置の対応可能な移動量をレベル1許容伸縮量という。一般に、各伸縮装置メーカーが製品タイプごとに公表している値が用いられる。レベル1許容伸縮量は中心基準温度時の状態からの土の許容伸縮量で表すのが一般的である。また、伸縮装置の型格は、最小遊間～最大遊間の全移動量（合計移動量）で呼ぶ場合もある。適用する部位のレベル1地震時移動量がこのレベル1許容伸縮量の範囲内となっていないと、伸縮装置に損傷が生じるなど供用性に重大な影響を与えるため、レベル1地震動にも対応可能な伸縮装置を選定する際には前述の常時許容伸縮量とともにレベル1許容伸縮量についても照査しなければならない。

(7) レベル1許容耐力

レベル1地震動による桁の移動に対して伸縮装置がその機能を損なわず、レベル1地震動の作用力に対し変位追従させずに、伸縮装置の荷重支持力によって対応する場合の伸縮装置が許容する耐力をいう。

桁端部においてレベル1地震動により作用する水平力に対し、伸縮装置の対応可能な荷重耐力を照査して安全性を確保する場合もある。各伸縮装置メーカーが製品タイプ毎にレベル1許容耐力を公表している場合はその値を用いることができる。

(8) 設計伸縮量

上部構造の移動量に施工時の余裕量を考慮して設定した伸縮量をいう。

上部構造の移動量としては常時移動量とレベル1地震時移動量があり、常時移動量には桁の温度変化による伸縮量や、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮等による伸縮量が含まれる。これらの伸縮量および施工時の余裕量は、道示を参考にして算出するのがよい。

レベル1地震動の移動量は設計振動単位におけるレベル1地震動の構造解析結果によるが、設計振動単位を橋台が支持している場合のレベル1地震時移動量は一般に零（ゼロ）とみなしてよいこととなっている。

伸縮装置のタイプや型格を選定する際には、各伸縮装置メーカーの製品タイプごとに公表・設定された常時許容伸縮量、レベル1許容伸縮量などが設計伸縮量以上となっていることを確認する。

(9) 伸縮装置遊間

伸縮装置遊間には、製品遊間（Web 遊間）、桁遊間および床版遊間があるが、このガイドラインでの伸縮装置遊間は原則として製品遊間を意味する。製品遊間とは、伸縮装置メーカーが製品タイプごとに定めており、その遊間量には以下の種類がある。

1) 最小遊間

温度伸縮等の常時伸縮量に対して、伸縮装置がその機能を発揮できる遊間の最小量（mm）をいう。

2) 最大遊間

温度伸縮等の常時伸縮量に対して、伸縮装置がその機能を発揮できる遊間の最大量（mm）をいう。

3) 標準遊間（中立遊間）

伸縮装置の最小遊間と最大遊間までの移動量が等しくなる遊間（mm）をいう。

4) 適用最大床版遊間

伸縮装置が最大遊間を保持した時に適用可能な床版遊間の最大量（mm）で、伸縮装置のタイプごとに設定される。

伸縮装置の選定においては、桁の移動量に対して伸縮装置遊間が常に最小遊間と最大遊間の範囲内となり、かつ、最大床版遊間が伸縮装置ごとに設定された適用最大床版遊間を超えないようにする必要がある。

伸縮装置遊間の概要図を図-1.1.1 に示す。

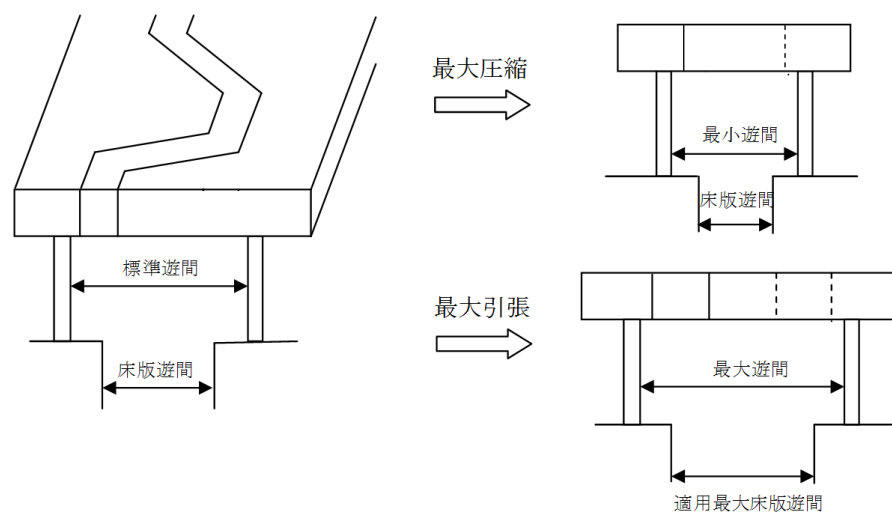


図-1.1.1 伸縮装置遊間概要図

(10) 中心基準温度（中立温度）

伸縮装置の標準遊間となる中立点の温度であり、基準温度（標準温度）ではないことに留意する。

中心基準温度は伸縮装置の標準遊間（最小遊間と最大遊間までの移動量が等しくなる遊間）になるときの温度であり、温度変化幅の中立点の温度である。

なお、道示の基準温度との区別を明確にすること。

(11) 基準温度（標準温度）

道示では、基準温度（標準温度）は年間を通じた平均気温相当という観点から、 $+20^{\circ}\text{C}$ と定めている。

伸縮装置の中心基準温度とは違い、構造物の温度変化の影響を設計検討する時の温度が定められており、これを基準温度という。

(12) 設置補正量（初圧縮（引張）量）

伸縮装置設置時（施工時）にあらかじめ伸縮装置の遊間幅を補正しておく設置補正量（mm）をいう。

伸縮装置は様々な季節・時期に施工されるため、この時の気温に合わせて予め遊間幅を調整・補正して設置する必要がある。

このため、設置時気温や設計伸縮量、床版遊間量を勘案して設置補正量を算出し、この設置補正量を考慮した伸縮装置遊間（設置幅）に調整・補正して設置しなければならない。

(13) 地震時性能

地震時性能は、伸縮装置の要求性能を維持できるレベル1許容伸縮量または、レベル1地震時作用力に対し限界状態1の耐荷性能の上限値をいう。

1) 中心基準温度からの許容伸縮量

レベル1地震後においても伸縮装置としての機能回復が可能な移動量（mm）で、伸縮装置の基準温度遊間を原点とし、橋軸方向および橋軸直角方向の移動量を示す。

2) 限界状態1の耐荷性能

伸縮装置の保有する橋軸方向および橋軸直角方向の地震時耐荷力（kN/m）をいう。

伸縮装置の地震時性能は、レベル1地震時に対して伸縮装置が許容できるレベル1許容伸縮量または限界状態1の地震時耐荷力について、各伸縮装置メーカーが製品タイプごとに橋軸方向および橋軸直角方向に分けて設定し、公表している。

伸縮装置の挙動に対する移動範囲の位置づけを図-1.1.2に示す。

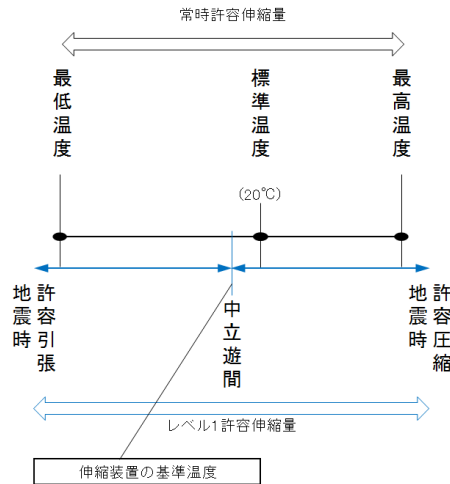


図-1.1.2 伸縮装置の挙動に対する移動範囲の位置づけ

ここで、道路橋示方書・同解説（平成29年11月）（社団法人・日本道路協会）の改定以前（旧道示）までは、伸縮装置を検討する標準温度は+15°Cが用いられるとしていたが、今改定で、この記述は削除された。

道路橋示方書では構造物として温度変化の影響を考慮する際に、全温度変化の中立（中央）温度を基準温度として一般地域で+20°C、寒冷地で+10°Cとして定められている。しかし、支承及び伸縮装置の伸縮量の算定に用いる温度変化の範囲を特に定めている（共通編、表-8.10.1）ことから、レベル1地震動を検討する際においても、その設置地域における全温度変化の中立温度を基本として検討する。

(14) ジョイントプロテクター

ジョイントプロテクターは、レベル1地震動に対して伸縮装置の保護のために必要に応じて設置する構造をいう。ジョイントプロテクターに保護された伸縮装置の耐荷性能は、橋の耐荷性能1を満足すると判断できるものとする。

ジョイントプロテクターは、レベル1地震時に生じる移動量等に対し、伸縮装置の許容伸縮量や耐荷性能が満足できない場合に、伸縮装置を保護する為の抵抗部材として設置するものである。

(15) 二次止水構造

伸縮装置の主たる止水材、止水機構が損傷した場合においても、橋梁下への漏水を防ぐために二重に設けられる止水構造をいう。

二次止水構造は、伸縮装置の主たる止水材や止水機構が損傷した場合のフェイルセーフとして設けられる止水構造である。二次止水構造は、伸縮装置本体と一体構造となっているものと分離構造となっているものがある。

(16) 端部止水構造

伸縮装置と地覆部の接続部からの漏水を防止するための構造をいう。

伸縮装置端部と地覆の界面から漏水が生じる事例が確認されており、この部位からの漏水を確実に防止するために伸縮装置端部を立ち上げる構造などが採用されている。

2. 伸縮装置の分類

2.1 形式の分類

伸縮装置はその構造により荷重支持型、突合せ型、埋設型の3種類に分類される。また、荷重支持型においては主要構成部材の種別から荷重支持型鋼製伸縮装置と荷重支持型ゴム製伸縮装置に分類される。

伸縮装置は、その構造により床版遊間部で輪荷重を支持できる荷重支持型と輪荷重を支持しない突合せ型、特殊合材を用いて目地が露出しない埋設型の3種類に分類される。

また、伸縮装置を構成する主要部材の種別により鋼製とゴム製に分類される。

図-2.1.1に伸縮装置の分類を示す。

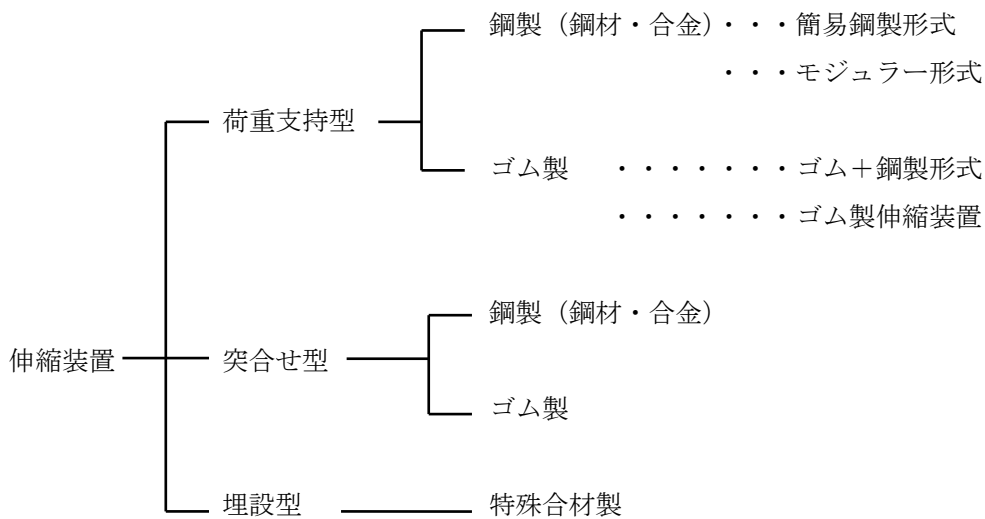


図-2.1.1 伸縮装置の分類

2.2 荷重支持型伸縮装置 総則

- (1) 床版遊間で輪荷重を支持できる構造を荷重支持型と呼ぶ。
- (2) 荷重支持形式には片持ち式、支持式（両持ち）とある。
- (3) 構造は表面が台形型、フィンガー型、スライド型、ゴムジョイント類でみられる荷重支持板内蔵型、ゴム+鋼製型があり、荷重支持構造の上部または下部に止水構造が設けられている。

(1) について

床版遊間部で輪荷重または歩道荷重等を支持できる構造をいう。

(2) について

荷重支持形式には2種あり床版遊間を支持構造が床版遊間の左右から張り出しているものを片持ち式、架け渡しているものを支持式という。

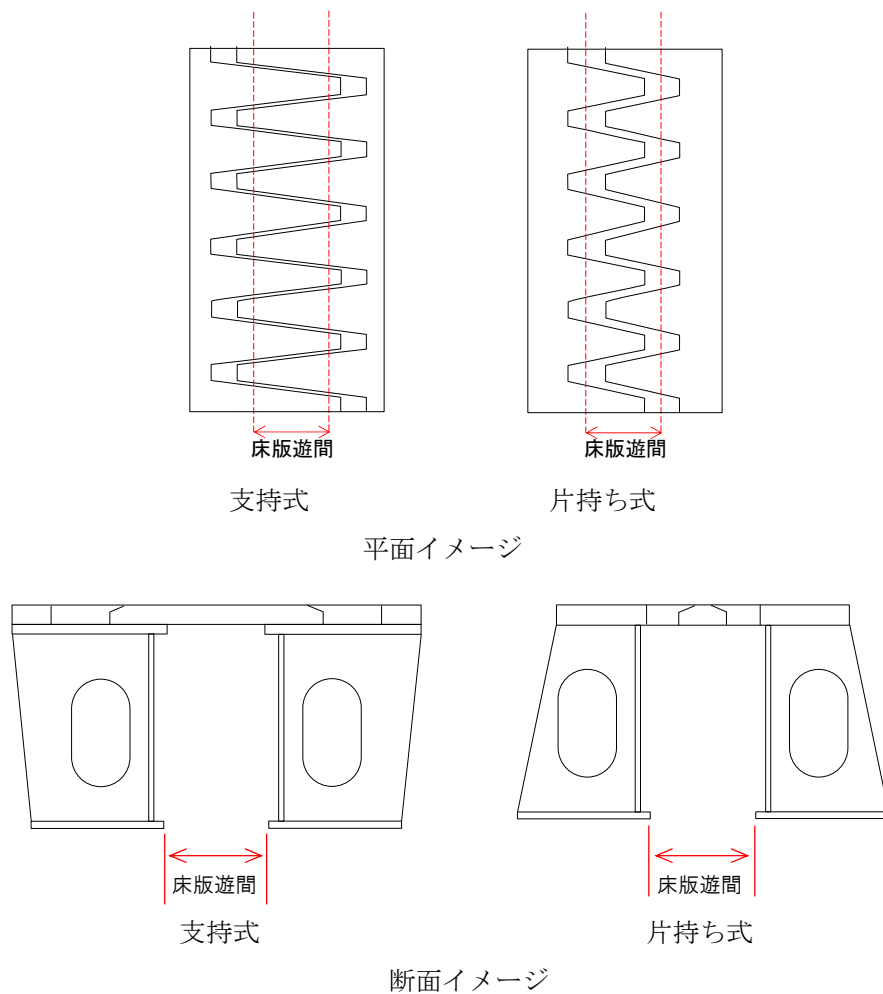


図-2.1.1.1 概念図

(3) について

伸縮量が大きくなるほど騒音や走行時に受けるショックが大きくなる傾向が突合せ構造にあったため、荷重支持構造が多く採用されるようになってきた。荷重支持構造では鋼製フィンガージョイント、鋼製スライドジョイントが多く採用されている。一方、製品化伸縮装置においては、ゴムと鋼材を組み合わせたセルタイプからスタートして、鋼板内蔵型のゴムジョイントや鋼製フィンガージョイントに近似した、表面鋼製(合金製)の簡易鋼製形式の採用が増えている。また、阪神淡路の震災以降は地震時の移動量を加味した設計が道路橋示方書において標準となり、それを許容できるタイプも多い。特に鋼板内蔵型のゴムジョイントは橋軸直角方向の大きな移動量に追従することが可能なため強みがある。

また、一般に製品化伸縮装置は、鋼製フィンガージョイント、鋼製スライドジョイントに比べ、経済性に優れるとされている。

2.2.1 荷重支持型伸縮装置

(1) 荷重支持型鋼製伸縮装置

床版遊間部で輪荷重を支持し、主要部材が鋼材や合金等で構成される伸縮装置をいう。

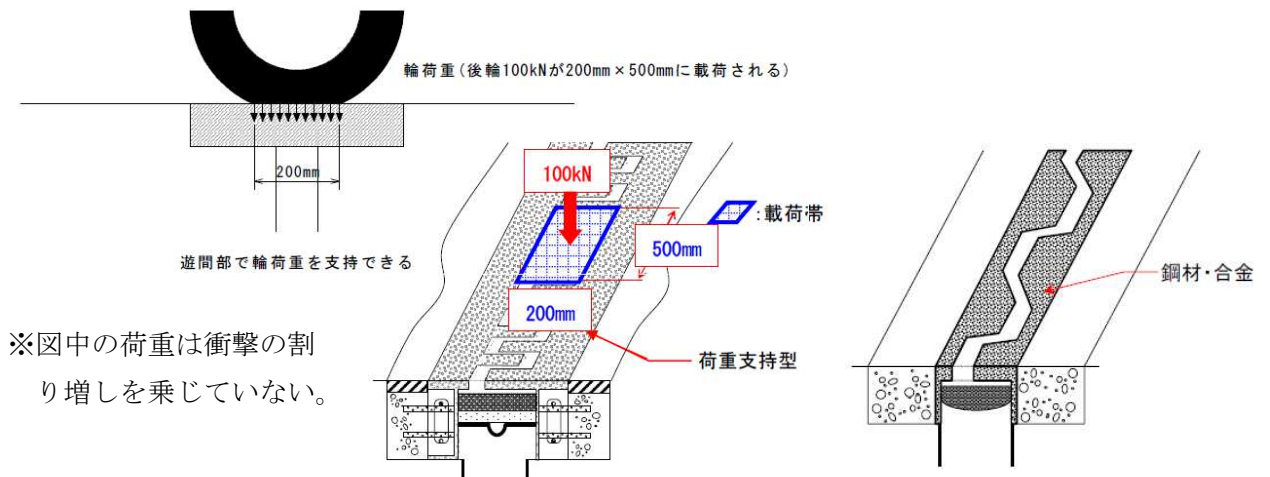


図-2.2.1.1 荷重支持型鋼製伸縮装置の概要図

(2) 荷重支持型ゴム製伸縮装置

床版遊間部で輪荷重を支持し、主要部材がゴムで構成される伸縮装置をいう。

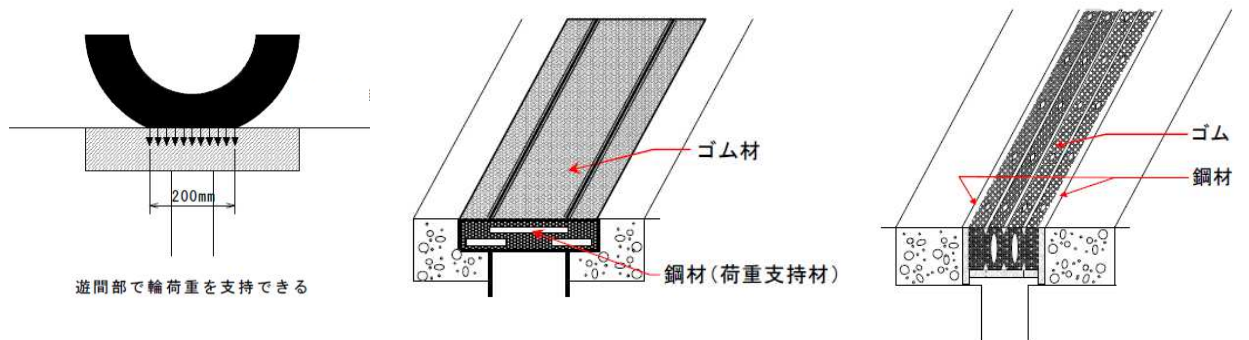


図-2.2.1.2 荷重支持型ゴム製伸縮装置の概要図

(3) 荷重支持型<鋼製（合金製）>（簡易鋼製形式）について

- (1) 各メーカー各社が設計し鋼材(合金)を主体とした荷重支持型を簡易鋼製形式という。
- (2) 荷重支持形式には片持ち式、支持式（両持ち）とある。
- (3) 構造は主構造が鋼製（合金製）で構成されており、表面形状が歯形、楕形、重ね合わせ形（スライド形式）がある。

(1) について

床版遊間部で輪荷重または歩道荷重等を支持できる構造で、各メーカーが伸縮量などの許容値を段階的に設定保有し、利用しやすく汎用品として主材が鋼製で形成され、フィンガージョイント等と比べ、比較的シンプルな構造を簡易鋼製形式という。

鋼製フィンガージョイントおよび鋼製重ね合わせジョイントと表面形状など近似しているがそれと区分するために、その呼び名がある。

(2) について

荷重支持形式には2種あり支持構造が床版遊間の左右から張り出しているものを片持ち式、架け渡しているものを支持式という（歯・楕形構造）。

なお、重ね合わせ形式は構造特性上、支持式に含むものとする（スライド構造）。

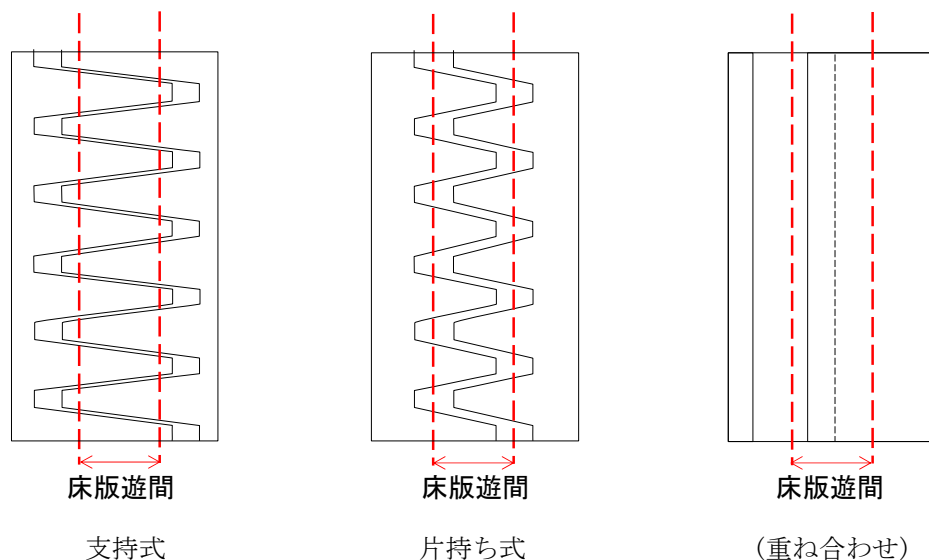


図-2.2.1.3 概念図

(3) について

製品化伸縮装置のうち鋼製（合金製）の簡易鋼製形式は、鋼製フィンガージョイントに近似した耐久性が要望され誕生し、従来の伸縮装置に比べ飛躍的に耐久性が向上した。近年においては阪神淡路の震災から地震時の移動量を加味し、概ね伸縮量 100 mm以下に多く採用されていたが、現在においては橋梁の長径間化や地震時移動に対応すべく伸縮量 200 mmを超えるものも増えてきている。構造が比較的単純なものも多く、小～大規模橋梁、簡易橋梁、歩道専用橋および縦目地部などにあらゆる橋梁に幅広く用いられ主流となっており、多くのメーカーが供給している。鋼製フィンガージョイントとの大きな違いは、鋼製フィンガージョイントは使用する箇所毎、個別に設計生産しているもので量産はできない一方、製品化伸縮装置は許容伸縮量・許容遊間量を、其々各メーカーが細かく定め、使用しやすいように製品化したものである。

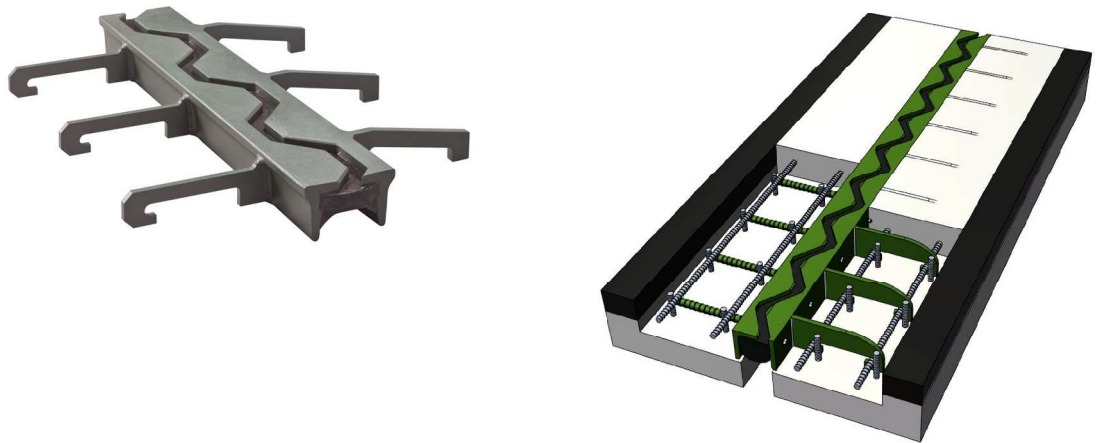


図-2.2.1.4 構造例【荷重支持型】（歯形）

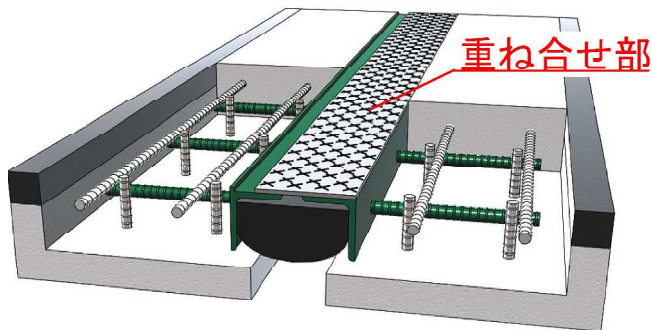


図-2.2.1.5 構造例【荷重支持型】（重ね合わせ型）



図-2.2.1.6 採用事例

(4) 荷重支持型<鋼製> (モジュラー形式) について

- (1) 床版遊間で直接輪荷重を支持するミドルビームを、床版遊間に架け渡したサポートビームで支持する構造をモジュラー形式と呼ぶ。
- (2) モジュラー形式は、ビーム間の隙間間隔が伸縮することにより変位に対応する構造である。

(1) について

モジュラー形式は輪荷重を直接支持する橋軸直角方向に配置されたミドルビームと、そのミドルビームを支持する床版遊間に架け渡したサポートビームから構成される。

ミドルビームに載荷された輪荷重は、ベアリングとサポートビームを介し、床版または桁に伝達される。

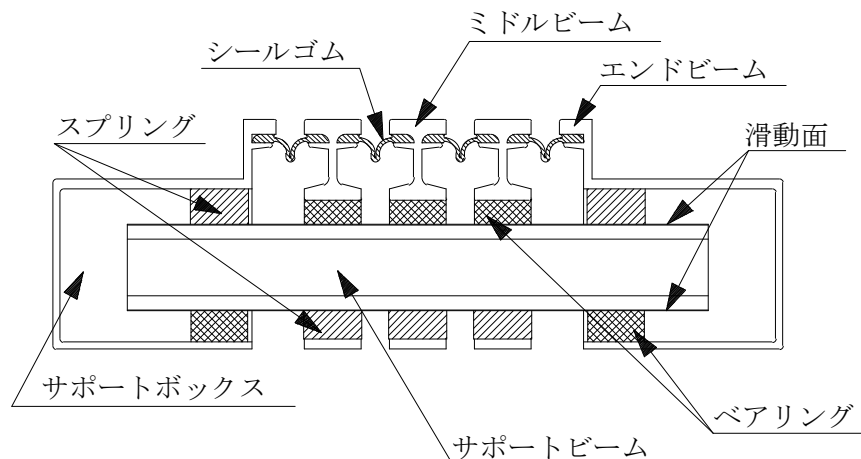


図-2.2.1.7 モジュラー形式概念図

(2) について

モジュラー形式はビーム両端をエンドビーム、中間部をミドルビームと呼び、ビーム間に止水用のシールゴムを組み合わせた構造である。ビーム間を「セル」と呼び、ビーム間の隙間間隔（セル遊間）が伸縮することにより変位に対応する。このミドルビームとシールゴムの組み合わせ数（セル数）を増減することにより、小伸縮量（80mm）から大伸縮量（1200mm 超）まで対応が可能である。

止水用のシールゴムは、くさび状、かぎ針状のゴム体をビームに組み込んだ構造（図-2.2.1.8）であり、長期にわたり水密性を確保できる。また路面からの取替えが可能である為、交換補修も容易である。モジュラー形式の伸縮機構は、サポートビームの上下

に配置されたベアリング・スプリングがサポートビーム面を滑り移動することにより桁移動に追従する構造である。橋軸方向への水平移動のほか、水平方向の回転にも追従させることができる為、モジュラー形式は全方向伸縮への対応も可能である。

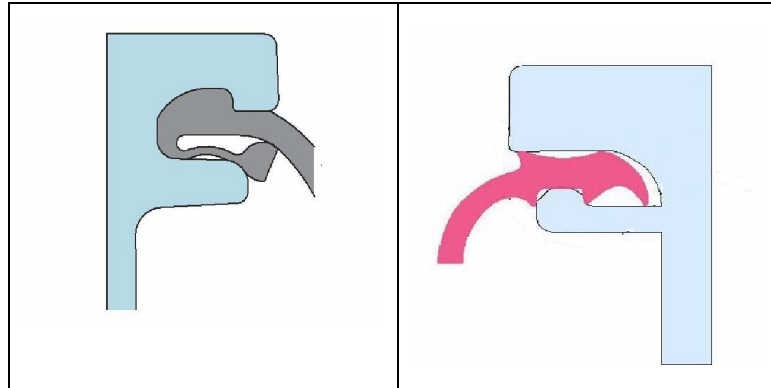


図-2.2.1.8 シールゴム組込み部



図-2.2.1.9 採用事例

(5) 荷重支持型<ゴム製> (ゴム+鋼製形式) について

- (1) 床版遊間部で輪荷重支持できる構造で主要部材がゴム部材と鋼製部材によって組み立てられた複合構造を ゴム+鋼製形式 (鋼ゴム組合せ型) と呼ぶ。
- (2) 構造は主構造がゴム部材および鋼部材で構成されており、見た目では表面の大部分がゴム部材を占めている。

(1) について

上部伸縮ゴムと下部の鋼材で輪荷重または歩道荷重等を床版遊間部で支持できる構造を持ち、伸縮性および静粛性に富んだゴムと鋼製部材の剛性を両立させた組合せによって構成されている複合構造を ゴム+鋼製形式 という。表面に露出する部分のほとんどがゴム材であることから、一般的にはゴムジョイントとも呼ばれている。

(2) について

ゴム+鋼製の荷重支持型構造は我が国においては、古くから製品化が進められ各種が採用されてきた。ゴム部材を伸縮装置上部に配置しその下部に荷重支持機構を保有する構造がほとんどを占める。荷重は上部の伸縮ゴム部材を介して下部の荷重支持機構に伝達される構造である。

また、ゴム部材と鋼部材の締結位置によりタテ型・ヨコ型にも細分類される。ヨコ型には上部のゴム部材を交換できるものも存在する。概ねタテ型においては伸縮量 60 mm 以下、ヨコ型においては伸縮量 200 mm 以下が保有されており、実績も多く、小～大規模橋梁、簡易橋梁、歩道専用橋および縦目地などにあらゆる橋梁に幅広く用いられている。また複数のメーカーが供給している。

ゴム+鋼製伸縮装置には荷重支持機構のない、突合せ型も存在する。

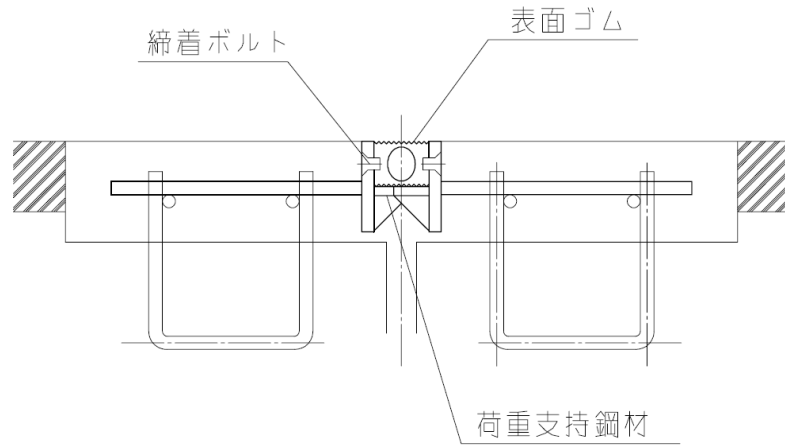


図-2.2.1.10 構造例 ゴム+鋼製 荷重支持型 (タテ型)

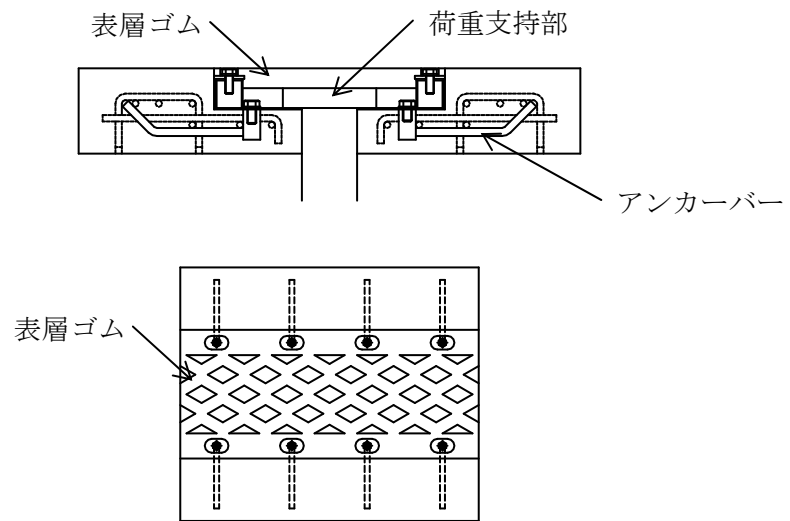


図-2.2.1.11 構造例 ゴム+鋼製 荷重支持型 (ヨコ型)

(6) 荷重支持型<ゴム製> (ゴム製伸縮装置) について

- (1) ゴムが主構造で荷重支持構造が加硫接着などによって、ゴムに内蔵されているものをゴム製伸縮装置と呼ぶ。
- (2) 構造的特徴としては下記の点が挙げられる。
 - ①ゴムの柔軟性による桁の挙動に対する追従性
 - ②鋼材の剛性を生かした荷重支持構造
- (3) 荷重支持部材はゴムに内蔵されている。

(1) について

主たる部分がゴム材料で支配され、その中に鋼材が加硫接着などで一体成形されている、床版遊間部で輪荷重および歩道荷重等を支持できる構造を「ゴム製伸縮装置」という。一般的にはゴムジョイントとも呼ばれている。

(2) について

荷重支持型ゴム製伸縮装置は、各製造会社によって様々な形式の構造が開発され、設計思想も各社によって様々であり、その性能、特徴を見極めて採用する必要がある。

一般的には、ゴムの柔軟性を生かして桁の挙動に追従でき、橋軸方向、橋軸直角方向、斜方向への追従が可能である。また、桁たわみ等にも追従できることから、縦目地への採用が可能なものが多い。対応できる伸縮量も様々なタイプがあり、小規模な伸縮量のものから、300mm程度の伸縮量にまで対応できるものもある。

(3) について

荷重支持形式は一般的に鋼材の剛性を生かして荷重を支持しているものが多い。

荷重支持部材がゴム材の内部に配置されており、これが平板状で三次元的にすべての方向への変位が可能になっているのが特徴である。補足細目として荷重支持部内蔵型・鋼板内蔵型とも呼ばれる (図-2.2.1.12)。

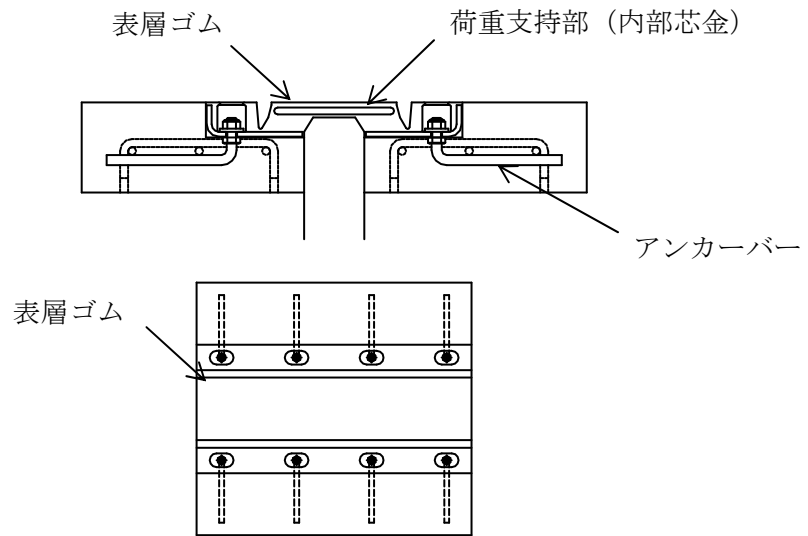


図-2.2.1.12 ゴム製荷重支持型 (荷重支持部内蔵型)

2.2.2 突合せ型伸縮装置

(1) 突合せ型鋼製伸縮装置

床版遊間部で輪荷重を支持しない構造で、主要部材が鋼材や合金等で構成される伸縮装置をいう。



図-2.2.2.1 突合せ型鋼製伸縮装置の概要図

(2) 突合せ型ゴム製伸縮装置

床版遊間部で輪荷重を支持しない構造で、主要部材がゴムで構成される伸縮装置をいう。

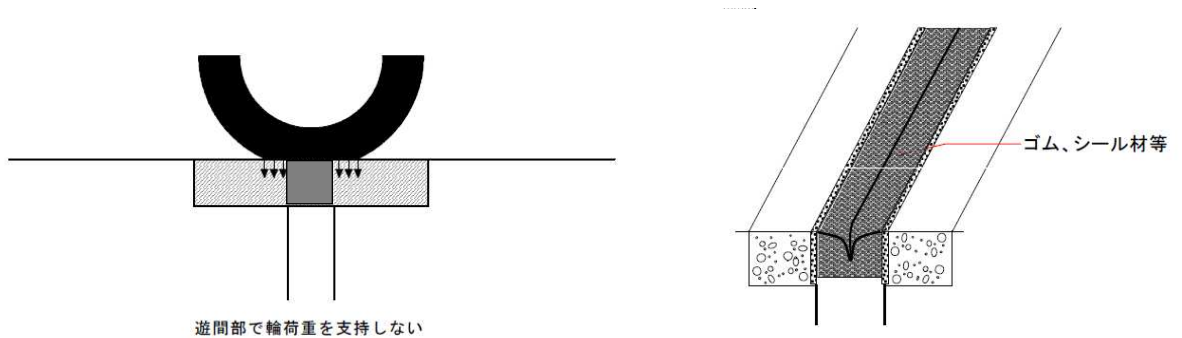


図-2.2.2.2 突合せ型ゴム製伸縮装置の概要図

(3) 突合せ型伸縮装置について

- (1) 床版遊間で輪荷重を支持しない構造を突合せ形式と呼ぶ。
- (2) 構造は床版遊間部に目地材を介在させる簡易的なもの、床版遊間端部を鋼材等で補強したもの、ゴム材やエポキシ樹脂等の組み合わせによるもの、また、ゴムと鋼製部材等の組み合わせによるものがある。

(1) について

床版遊間部に目地材、シール材またはゴムなどの止水材料を設けた構造であり、床版遊間部で輪荷重を支持する機構を有しない構造をいう。

(2) について

目地材を使用したもの、床版端部を鋼材で補強したものがあつたが、近年技術の進歩に伴い床版遊間部にシール部材やゴム材を用いたものが一般的となっている、これらを鋼材等で保持し、後打ち部にはコンクリートや樹脂材が使用されている。採用数は減っているものの活躍している伸縮装置の一つである。

構造が単純でかつ小型軽量であるため、概ね伸縮量 50 mm以下の小規模橋梁、簡易橋梁、歩道専用橋および縦目地部などに用いられることが多い。

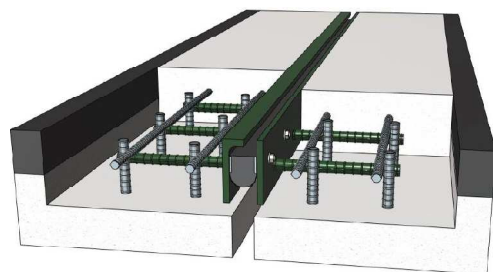
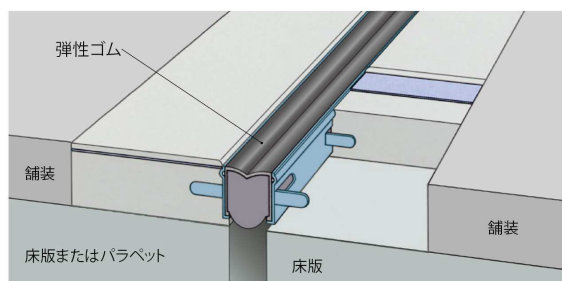


図-2.2.2.3 構造例

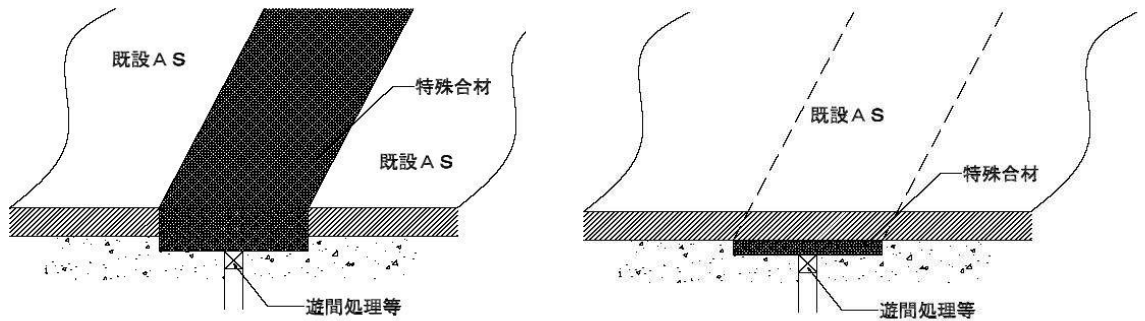


図-2.2.2.4 採用事例

2.2.3 埋設型伸縮装置

床版遊間部をシール材などで止水処理し、特殊合材を表面まで設置もしくは舗装下に設置して、伸縮および変位を吸収・分散することにより路面の連続性を確保する伸縮装置をいう。

埋設型形式は特殊合材の特性を生かした構造であり、伸縮吸収型と伸縮分散型の2つの形式に分類できる。特殊合材で伸縮を吸収する伸縮吸収型、特殊合材を舗装下に設置し伸縮を分散する伸縮分散型の形式がある。



特殊合材により伸縮を吸収する工法
(伸縮吸収型)

特殊合材を舗装下に設置し、伸縮を分散する工法
(伸縮分散型)

図-2.2.3.1 埋設型伸縮装置の概要図

(1) 埋設形式について

- (1) 特殊合材を表面、又は舗装下に設置して、路面の連続性を確保する構造を埋設形式と呼ぶ。
- (2) 構造は主に特殊合材と遊間上に設置するジョイントフレーム、又は遊間プレートの組み合わせによるものがある。

(1) について

弾性に富む特殊合材を路面又は舗装下に設置し、路面の連続化を図る構造であり、また特殊合材は水密性が高く止水性に優れるノージョイント工法の一つとなる。一般的には埋設ジョイントと呼ばれる。

(2)について

これまで埋設型伸縮装置は橋梁の近隣住民による騒音振動苦情の増加から需要が伸びてきた。構造的には瀝青シートを舗装と床版の間に設置する構造で交通量の少ない橋梁で採用されていた。しかしながら近年は弾性に富む特殊合材とジョイントフレーム、又はギャッププレートを用いた構造が主流となり、交通量の多い橋梁でも採用されるようになってきている。また昨今の橋梁長寿命化の一環として、ノージョイント工法の位置づけに採用するケースも増えている。走行安全性の面からもAS舗装と同程度の滑り抵抗値を有する特殊合材を用い、拡幅橋等の縦目地やカーブ、交差点付近においても採用実績が増えている。

一般に伸縮桁長が比較的小規模の橋梁に採用される場合が多い。

適応範囲は各メーカー・各製品で定められているので、条件に合った製品選定が必要である。

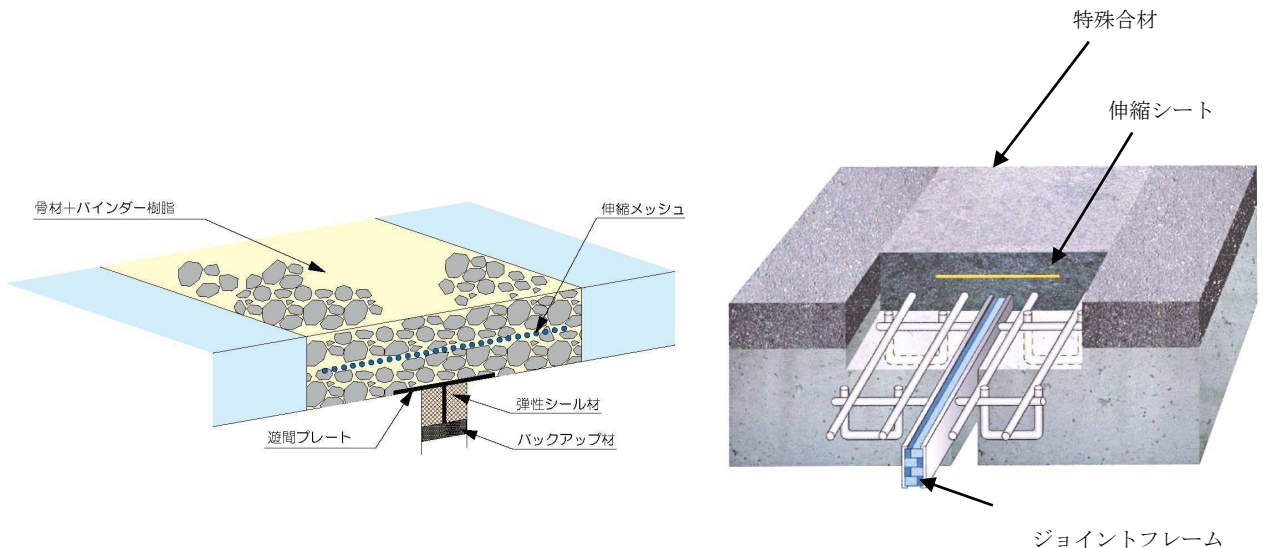


図-2.2.3.2 構造例



図-2.2.3.3 採用事例

3. 選定基準

3. 1 選定の前提条件

伸縮装置の選定においては道路の性格、橋種、伸縮装置構造および諸性能による分類を基本とし、全体的な耐久性・施工性・補修性等を考慮する。

伸縮装置の選定においては橋種（RC橋・PC橋・鋼けた橋・鋼床版橋等）、伸縮装置の区分（荷重支持型・突合せ型・埋設型）、伸縮装置の性能（常時移動量・地震時移動量・床版遊間量）を総合的に判断して選定する。

常時移動量（伸縮量）の算定には、主に道示中の必要な各算定式を用いることを原則とする。但し、算定資料、データが不明な場合などは、表-4.3.2の伸縮量簡易算定式を用いてよいものとする。この簡易式は平成29年11月の道示改定前まで旧道示に記載されていた式であり、運用実績からも適用に問題がないことが確認されている。

なお、各高速道路会社、各公社などで独自の基準がある場合は、それに準ずるものとする。

3. 2 伸縮装置性能一覧表

各伸縮装置の常時許容伸縮量、レベル1許容伸縮量、レベル1許容耐力および適用最大床版遊間を確認し、選定するものとする。

伸縮装置の性能対応表は各伸縮装置メーカーで公表しており、その伸縮装置の特徴を確認し選定する。

日本道路ジョイント協会が定期的に発行している「橋梁用伸縮装置構造図集」も参考にできる。

4. 伸縮装置の検討

4. 1 伸縮装置検討の基本

伸縮装置の設計伸縮量や耐荷性能は、道示に準拠して算出するのを基本とする。
伸縮装置は、常時伸縮量およびレベル1伸縮量に安全に対応できるものを選定する。
ただし、補修等でレベル1伸縮量が考慮できない場合は、上部構造より算出する常時伸縮量のみが対象となる。

伸縮装置は道示の「橋の耐荷性能1」を満足する必要がある。永続作用（常時）や変動作用（レベル1地震動）に対して所要の信頼性を確保することが要求される。

また、伸縮装置の限界状態は「限界状態1」が該当し、「限界状態2および3」に対応するケースは稀である。つまり、伸縮装置は補修交換・修繕が前提になっており、偶発的（レベル2地震動）な作用への対応は要求されていない。この為、「限界状態1」として塑性化を認めない弾性域での設計照査が基本となっている。

設計伸縮量は、桁の温度変化、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮、活荷重によって生じるたわみによる上部構造の移動量および施工時の余裕量を考慮して設定する。

また、必要に応じレベル1地震動に対して損傷を生じないように、レベル1地震動による最大相対変位量以上の伸縮量を確保する。

ただし、レベル1地震動に対する設計地震力を伸縮装置の静的耐荷力が上回る場合や、最大相対変位量を確保することが極端に不経済となる場合にはジョイントプロテクターの設置によりレベル1地震動における桁の移動量を確保しなくてもよい。

レベル1地震動は、橋の供用期間中に発生する確率の高い地震動で、中規模程度の地震による地震動を想定され、レベル2地震動は、発生頻度の低いプレート境界型や内陸直下型の2種類の大規模な地震による地震動を想定している。そのため、伸縮装置の照査は、レベル1地震動に対して「橋と荷重を支持する能力が損なわれていない限界の状態（限界状態1）」の照査を行うものとし、レベル2地震動による「限定的な支持能力の低下（限界状態2）」や「支持能力が失われる（限界状態3）」の照査は行わなくてよい。

これは、仮に伸縮装置が損傷しても、橋の致命的な被害を引き起こす可能性が極めて低いためである。また、古い橋梁など、補修交換時にレベル1地震動による遊間設定が困難な場合や、埋設型伸縮装置のように構造上の特性によりレベル1地震動に対する伸縮量設定が困難な場合は、上部構造より算出する設計伸縮量のみを対象とし、レベル1地震動に対する伸縮量を考慮しなくてもよい。

伸縮装置の選定フローチャートを図-4.1.1~2に示す。

伸縮装置は、装置の高さや必要施工幅が製品毎に異なるため、伸縮装置の構造や設置する場所によって施工性や施工条件等を確認する必要がある。また、一部の埋設型伸縮装置では、使用条件に制約を設けているものもある。

特に、補修では既設の伸縮装置の構造や上部構造によって施工上の制約があり、施工条件の確認は重要となる。

(1) レベル1地震動を考慮する場合のフローチャート

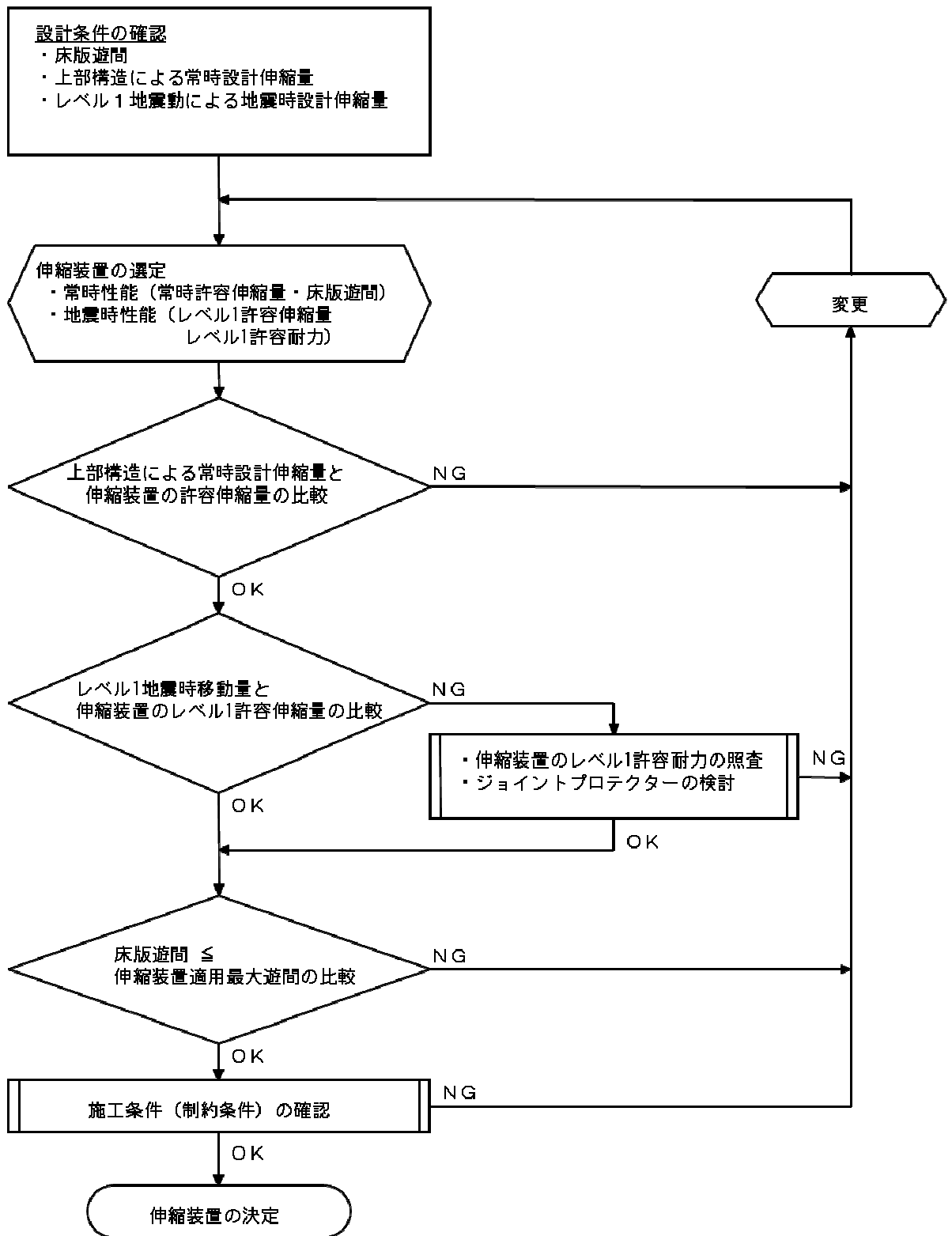


図-4.1.1 伸縮装置選定フローチャート（地震考慮）

(2) レベル1地震動を考慮しない場合のフローチャート

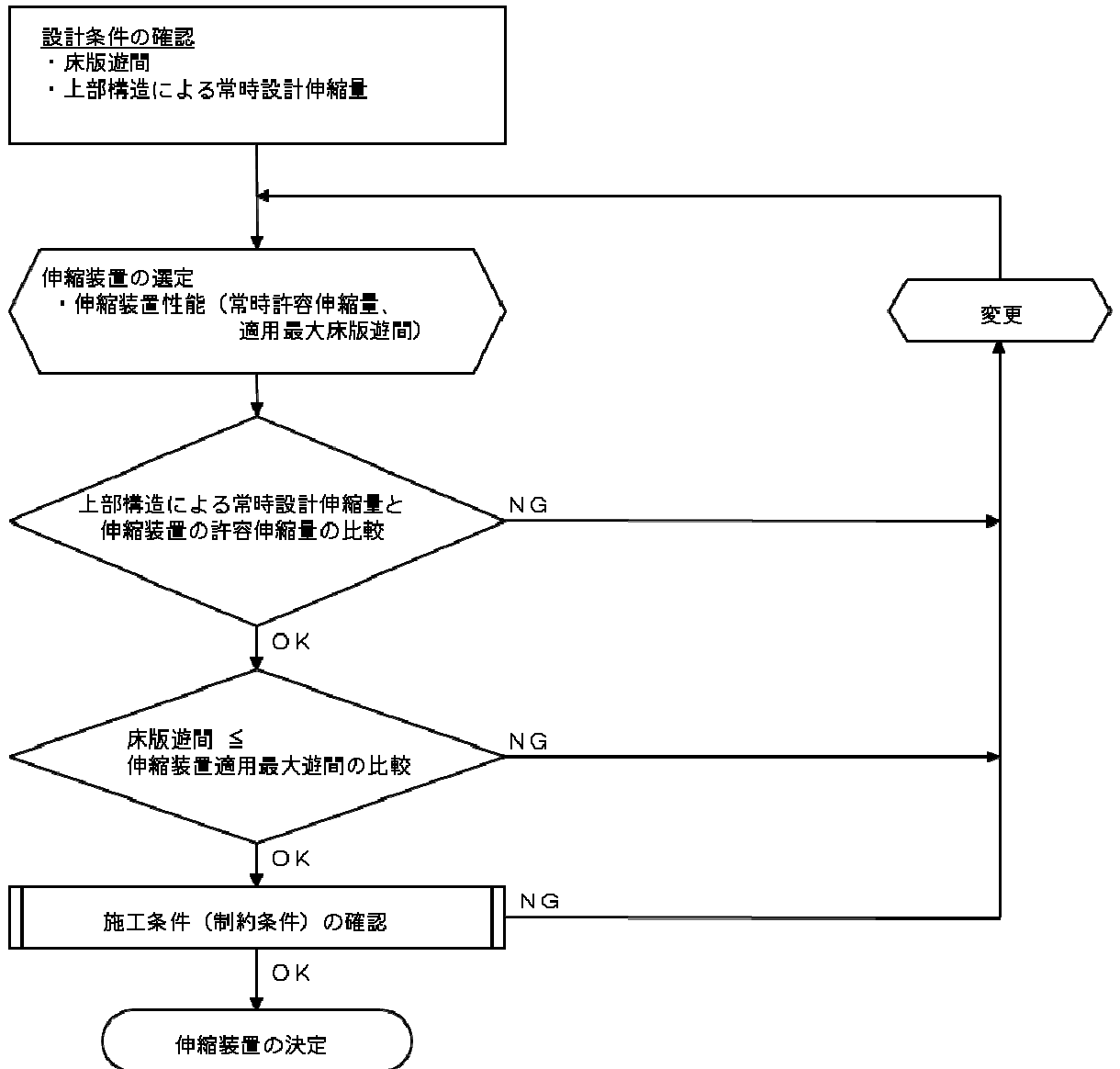


図-4.1.2 伸縮装置選定フローチャート（地震なし）

4.2 上部構造端部の遊間の設定

道示V耐震設計編 13.2.1 遊間を参照

- (1) 隣接する上部構造どうし、上部構造と橋台又は上部構造と橋脚の段違い部は、地震の影響を考慮する設計状況において、衝突しないように必要な遊間を設けることを原則とする。
- (2) 上部構造の遊間を式（道示 13.2.1）により算出する値以上とする。

$$S_{BR} = \begin{cases} c_B u_S + L_A & \text{(隣接する上部構造の間)} \\ u_S + L_A & \text{(上部構造と橋台または橋脚の段違い部の間)} \end{cases} \quad \dots\dots \text{(道示 13.2.1)}$$

ここに、

- S_B : 図-4.2.1 に示す上部構造端部の必要遊間量 (mm)
- u_S : レベル2 地震動を考慮する設計状況下での上部構造と下部構造の間の最大相対変位 (mm)
- L_A : 遊間の余裕量 (mm)
- c_B : 遊間量の固有周期差別補正係数で、隣接する2連の上部構造の固有周期差 ΔT に基づいて表-4.2.1 の値とする

表-4.2.1 遊間量の固有周期差別補正係数 c_B

固有周期差比 $\Delta T/T_1$	c_B
$0 \leq \Delta T/T_1 < 0.1$	1
$0.1 \leq \Delta T/T_1 < 0.8$	$\sqrt{2}$
$0.8 \leq \Delta T/T_1 < 1.0$	1

注) ここで、 $\Delta T = T_1 - T_2$ で、 T_1, T_2 は、それぞれ、隣接する2連のけたの固有周期を表わす。ただし、 $T_1 \geq T_2$ とする。

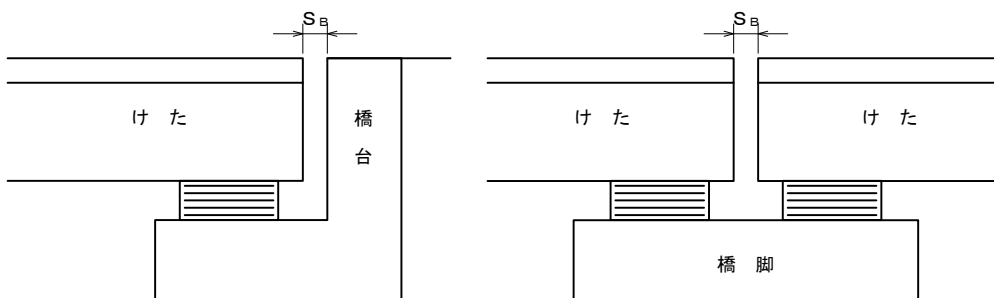


図-4.2.1 けた端部の遊間

なお、上部構造端部の遊間の余裕量 L_A は、上部構造を設置するときの施工誤差等に対処するために設けるもので、適切に設定し加える。遊間の設定を大きくすることは、選定される伸縮装置が過大なものとなる可能性があるので注意する。

4.3 伸縮量の算出

4.3.1 伸縮量の区分・種類

上部構造の伸縮量の算定は、常時設計伸縮量、レベル1地震時移動量を算出し、更に床版遊間に対応できる伸縮装置を選定する。

補修交換時などレベル1地震時移動量や床版遊間が不明な場合などは、現地調査確認を踏まえ協議・検討の上、伸縮装置の選定を行う。

1) 常時設計伸縮量

「常時設計伸縮量」は、橋桁の温度変化影響による伸び縮み、プレストレストコンクリート橋のクリープおよび乾燥収縮の影響による桁の縮み量、活荷重によって生じるたわみによる上部構造の移動量、ならびに施工時の据付誤差の余裕量を踏まえた値の合計をいう。

伸縮装置の常時設計伸縮量は、(道示I共通編)に記載の支承の設計移動量と同様の手法で算出することを基本とし、本ガイドラインを参照してもよい。

2) レベル1地震時移動量

「レベル1地震時移動量」は中規模で比較的頻繁に起きているレベル1地震動の影響によって生じる移動量をいう。伸縮装置の選定において地震の影響を考慮する場合の「地震時移動量」は、このレベル1地震時移動量をさす。

3) 最大床版遊間

製品化伸縮装置は標準遊間に対応できる伸縮装置を選定する。

各伸縮装置メーカーが適用できる標準遊間を製品タイプごとに設定し、公表している。

4.3.2 常時設計伸縮量

(1) 考慮すべき設計条件

伸縮装置の常時設計伸縮量は、(道示 I 共通編)に記載の支承の設計移動量と同様の手法で算出することを基本とし、本ガイドラインを参照してもよい。

但し、当該案件の桁の種類、材齢、その地域の温度変化、除雪車対策の必要性の有無、補修性および点検管理性など使用条件に応じて選定するものとする。

伸縮装置を設置する施工箇所において以下の確認を行う。

- ・桁の種類はコンクリート橋（RC橋 or PC橋）または鋼橋であるか。
- ・橋梁床版の位置は上路橋または下路橋であるか。
- ・橋梁床版の種類はRC床版または鋼床版であるか。

ここで、

- RC橋 : 鉄筋コンクリート橋、主桁が鉄筋コンクリートで造られた橋梁。
- PC橋 : プレストレストコンクリート橋。PC鋼材によってあらかじめ主桁コンクリート断面に圧縮力を与えている橋梁。
- 鋼橋 : 主桁が鋼材で造られている橋梁、プレートガーター橋（I桁、箱桁）、トラス橋、アーチ橋等がある。
- 上路橋 : 主桁もしくは主構より上位置に路面のある橋梁。
- 下路橋 : 主桁もしくは主構より下位置に路面のある橋梁。
- RC床版 : 鉄筋コンクリートで造られた床版。
- 鋼床版 : 鋼材で造られた床版。

(2) 温度変化伸縮量

温度変化伸縮量は桁の温度変化による伸縮量を算出する。

- ・伸縮量算定に用いる線膨張係数は、次のとおりとする。
- ・鋼構造物における鋼の線膨張係数は 12×10^{-6} とする。
- ・コンクリート構造物における鋼材及びコンクリートの線膨張係数は 10×10^{-6} とする。

温度変化による移動量は、式-4.3.2.1によるものとする。

$$\Delta L_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L \quad \dots \text{式-4.3.2.1}$$

ここに、 ΔL_t : 温度変化による移動量

ΔT : 温度変化の範囲

α : 線膨張係数

L : 伸縮けた長 (mm)

温度範囲は道示 I 共通編に基づき、表-4.3.2.1の温度範囲を標準とする。

(特に寒冷で別途温度範囲を指定している北海道地域等は除く)

表-4.3.2.1 伸縮量算定に用いる温度変化の範囲

橋 種	温 度 変 化	
	普通の地方	寒冷な地方
鉄筋コンクリート橋 プレストレストコンクリート橋	-5°C ~ +35°C	-15°C ~ +35°C
鋼 橋 (上路橋)	-10°C ~ +40°C	-20°C ~ +40°C
鋼橋 (下路橋及び鋼床版橋)	-10°C ~ +50°C	-20°C ~ +40°C

普通地域と寒冷地域(積雪地域)の分類は、国交省の定める積雪寒冷特別地域を参照する。

ただし、地方自治体で別途指定がある場合はそれに準ずる。

注)寒冷地域は伸縮量算定に用いる温度変化の定めであり、積雪地域はその地域ごとに定める除雪作業を必要とする地域の定めであることに注意する。

(3) クリープ・乾燥収縮量

コンクリート橋では、乾燥収縮量・クリープを算出する。

コンクリートの乾燥収縮及びクリープによる移動量は道示の移動量に基づき式-4.3.2.2式-4.3.2.3により算出する。

$$\Delta L_s = \varepsilon_{cs} \cdot L \quad \dots \dots \text{式-4.3.2.2}$$

$$\Delta L_c = \frac{P_t}{E_c \cdot A_c} \cdot \phi \cdot L \quad \dots \dots \text{式-4.3.2.3}$$

ここに、 ΔL_s : コンクリートの乾燥収縮による移動量 (mm)

ΔL_c : コンクリートのクリープによる移動量 (mm)

E_{cs} : 道路橋示方書Ⅲ編に示す乾燥収縮度

P_t : プレストレッシング直後のPC鋼材に作用する引張力

A_c : コンクリートの断面積

E_c : 道路橋示方書Ⅲ編に示すコンクリートのヤング係数

ϕ : 道路橋示方書Ⅲ編に示すコンクリートのクリープ係数

L : 伸縮桁長 (mm)

(4) 活荷重たわみによる移動量

活荷重によって生じる桁の回転・たわみによる移動量を算出する。

活荷重によって生じる桁たわみによる移動量（図-4.3.2.1） Δa 、 Δb の算出は支承設計に準じて構造解析によって求めた値を使用することを基本とする。ただし、支承の設置位置と伸縮装置の設置位置では、厳密には活荷重たわみによる変位量は異なる。特に、桁高が大きい場合やたわみやすい橋の場合には、図-4.3.2.2に示すように、桁端部での目開き側への水平変位（ Δa ）と、鉛直変位・キックアップ（ Δb ）が生じることになるので、危険が生じないように検討する必要がある。

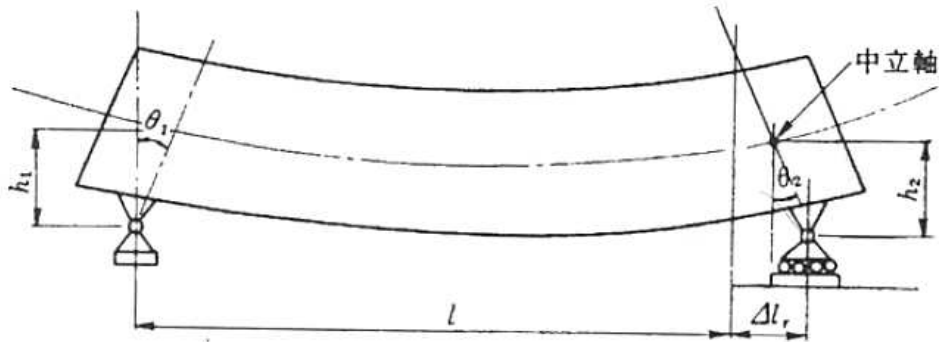


図-4.3.2.1 活荷重たわみによる移動量

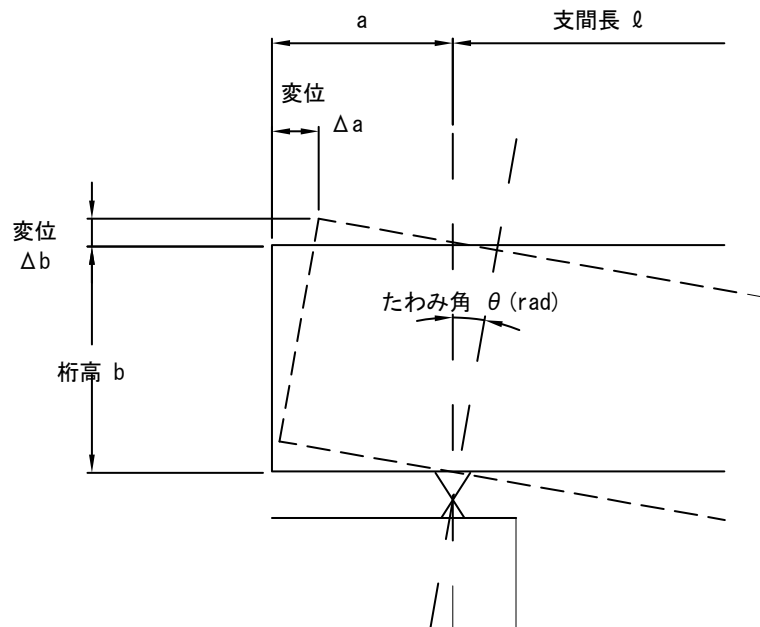


図-4.3.2.2 桁端部の回転変位のイメージ図(固定支承部)
目開き側への水平変位と、鉛直変位・キックアップ

また、固定支点では桁端部の回転変位に、支承の回転中心から桁下面までの距離、全桁高、床版厚および舗装厚の合計高さが影響することで、目開き変位 Δa が大きく生じる場合もある。一般にはその目開き変位は小さく、桁遊間に対応した伸縮装置が採用されることにより、損傷事例として注目された実績は殆どない。

可動支点では、固定支点の回転による支承変位（目詰まり側）も加わって作用し、そこに回転による伸縮装置の目開き変位が相殺する状態で生じる。桁高が非常に大きな場合などは、支承変位を相殺しきれずに支承変位（目詰まり側）の残変位を考慮する必要がある場合もある。一般にはその影響が小さく、設計変位に余裕を確保していることおよび桁遊間に対応した伸縮装置が採用されることにより損傷事例として注目された実績は殆ど無い。

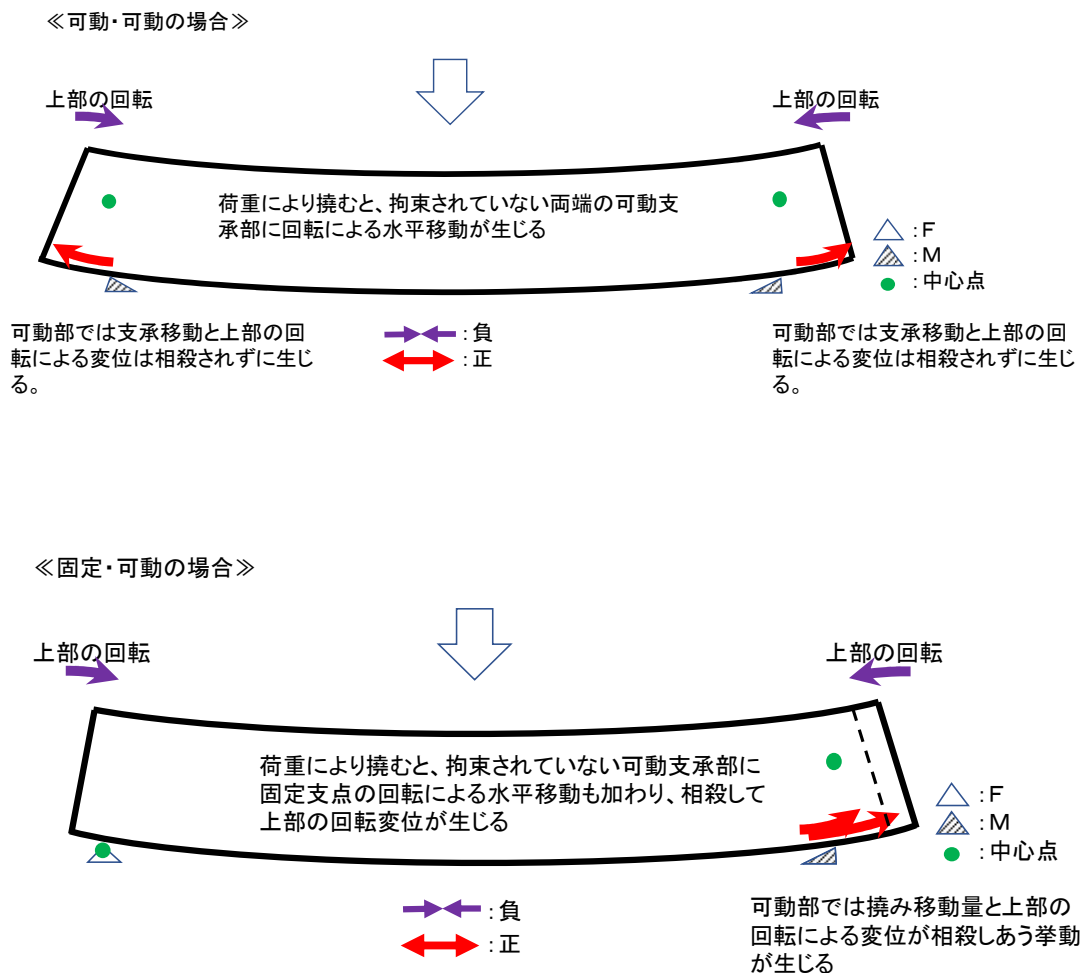


図-4.3.2.3 活荷重たわみによる挙動のイメージ図

(5) 縦断勾配による変位量

縦断勾配がある場合の変位による影響を適切に考慮する。

縦断勾配がある橋でも、一般的に支承は水平に設置されている。この場合、伸縮量 (ΔL) \times 縦断勾配 ($\tan \theta$) による鉛直方向の段差 (Δd) が生じる。この変位は小規模である場合には問題とならないが、重ねあわせ構造の伸縮装置を採用する場合には段差の影響を考慮する必要がある。

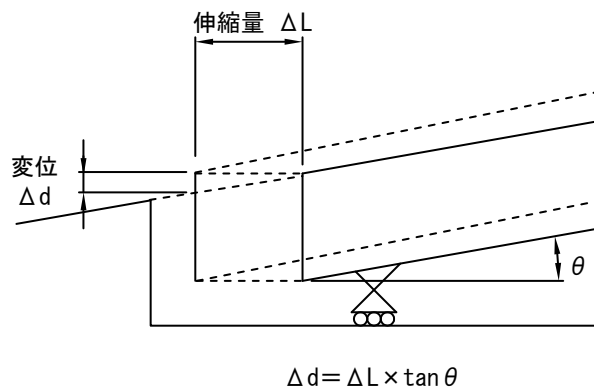


図-4.3.2.4 縦断勾配がある場合の鉛直変位

(6) 斜橋および曲線橋の場合の変位量

斜橋および曲線橋の場合は、支承の移動量 ($\Delta \theta$) は、床版直角方向 (Δx) および幅員方向 (Δy) の変位を伴う。この影響を適切に考慮し、伸縮装置を選定する。

斜橋および曲線橋の場合、支承の移動量 ($\Delta \theta$) によって、伸縮装置に対して床版直角方向の変位 (Δx) だけでなく、幅員方向の変位 (Δy) の影響を受けることになる。図-4.3.2.5には曲線橋による一例を示すが、支承の形式、方向性等の拘束条件によって異なってくるので、それらの方向性を踏まえて、適合する伸縮装置を選定する必要がある。

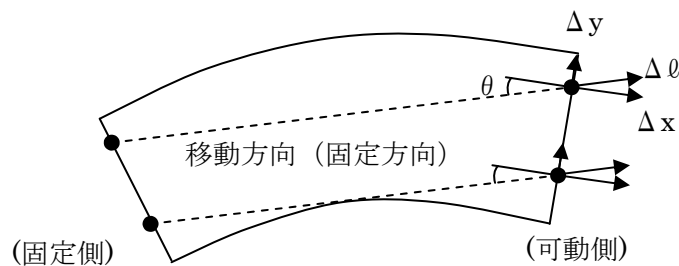


図-4.3.2.5 曲線橋の変位 (例)

斜橋や曲線橋の多くは、図-4.3.2.6に示すように橋軸方向に設定される床版遊間と、床版直角方向(Δx の方向)の床版直角方向遊間とが異なる。伸縮装置の選定においては、床版直角方向の遊間量および伸縮量に対して検討を行う。

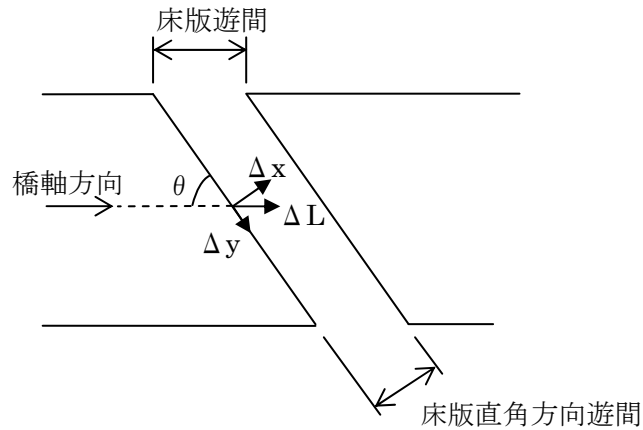


図-4.3.2.6 斜橋における遊間

(7) 余裕量

常時設計伸縮量には施工時の据付誤差による余裕量を考慮する。

伸縮装置の設計移動量にその橋梁の規模や特徴、据付誤差などを考慮して適切な余裕量を考慮する必要がある。

余裕量は常時設計伸縮量の20%または10mmの大きい方の値とする。この余裕量は平成29年11月の道示改定前まで旧道示に記載されていたものであり、運用実績からも適用に問題がないことが確認されている。

(8) その他の移動量

伸縮装置には、橋台、橋脚に作用する土圧変化による移動量、不同沈下、風力による桁の変位、雪荷重による桁たわみ等、様々な変位が生じるが伸縮装置の選定において影響は軽微であり、通常は考慮しない。ただし、その影響が大きいと判断される場合は都度検討する。

(9) 簡易算定式

道示に記載の伸縮量の計算が困難な（設計条件が不明等）場合は簡易算定式により伸縮装置の常時設計移動量を算定する。

伸縮装置の常時設計移動量は、支承の設計移動量を参考に算出することが基本であるが、伸縮装置設置時にクリープ・乾燥収縮の影響の評価が困難な場合や、補修工事などにおいて構造解析が行われない場合など、すべての計算の条件を入手することが困難な場合がある。このような場合には、次に示す伸縮量簡易算定式により算出した伸縮量を用いて良いこととした。しかしながら、多種多様な要求や、厳密な伸縮量を求める場合には4.3.2 (1)～(8)に準じて算定する。

表-4.3.2.2 伸縮量簡易算定式 (単位：mm)

橋 種	鋼 橋		RC橋 (鉄筋コンクリート橋)	PC橋 (プレストレスト コンクリート橋)	
	上路橋	下路橋 (鋼床版)			
温度変化	-10～+40℃ (-20～+40℃)	-10～+50℃ (-20～+40℃)	-5～+35℃ (-15～+35℃)	-5～+35℃ (-15～+35℃)	
中心基準温度	15℃ (10℃)	20℃ (10℃)	15℃ (10℃)	15℃ (10℃)	
伸縮量	①温度変化	0.6L (0.72L)	0.72L	0.4L (0.5L)	0.4L (0.5L)
	②乾燥収縮	—	—	0.2L β	0.2L β
	③クリープ	—	—	—	0.4L β
	基本伸縮量 (①+②+③)	0.6L (0.72L)	0.72L	0.4L+0.2L β (0.5L+0.2L β)	0.4L+0.6L β (0.5L+0.6L β)
	余裕量	基本伸縮量×20%、ただし、最小10mm (施工誤差が大きい場合は別途考慮)			

L= 伸縮けた長 (m)、β= 低減係数

表中の () 内は、寒冷な地域に適用

表-4.3.2.3 伸縮装置に用いる乾燥収縮およびクリープ簡易低減係数

コンクリートの材令 (月)	1	3	6	12	24
低減係数 (β)	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1

簡易計算を使う時は、旧道示（H24）と同様の結果が得られるよう伸縮量簡易算定式を用いるものとした。

また、埋設型伸縮装置では、施工時の余裕量をゼロとする。その他の伸縮装置においても、クリープや乾燥収縮が終了していると想定される場合は、コンクリートの材令に応じた低減係数（ β ）=0とする。

各高速道路会社などで独自の設計基準や規定を設けている場合は、それに対応して設計伸縮量を算出する。

4. 3. 3 地震時設計移動量

伸縮装置の地震時設計移動量は、原則として式-4.3.3.1により算出する。

$$\left. \begin{aligned} L_{ER} &= c_B \delta_R + L_A \quad (\text{隣接する上部構造の間}) \\ L_{ER} &= \delta_R + L_A \quad (\text{上部構造と橋台間}) \end{aligned} \right\} \dots \text{式-4.3.3.1}$$

ここに、

L_{ER} : 伸縮装置の地震時設計伸縮量 (mm)

c_B : 遊間量の固有周期差別補正係数で、橋軸方向に隣接する2連の上部構造の各上部構造を含む設計振動単位の固有周期差 ΔT に基づいて表-4.3.3.1の値とする。

δ_R : レベル1地震動が作用した場合に伸縮装置の位置における上部構造と下部構造の相対変位 (mm)

L_A : 伸縮量の余裕量 (mm)

表-4.3.3.1 遊間量の固有周期差別補正係数 c_B

固有周期差比 $\Delta T/T_1$	c_B
$0 \leq \Delta T/T_1 < 0.1$	1
$0.1 \leq \Delta T/T_1 < 0.8$	$\sqrt{2}$
$0.8 \leq \Delta T/T_1 < 1.0$	1

注) ここで、 $\Delta T = T_1 - T_2$ で、 T_1 、 T_2 は、それぞれ、

隣接する2連のけたの固有周期を表わす。ただし、 $T_1 \geq T_2$ とする

式-4.3.3.1は、レベル1地震動による上下部構造間の最大相対変位を基に、伸縮装置の地震時設計伸縮量を算出する式である。

この伸縮装置の位置における上下部構造間の最大相対変位 δ_R は、一般に以下の方法で算出してよい。

- 伸縮装置が設けられる橋端部の支点がゴム支承によって支持（弾性支持・分散構造・免震構造）されている場合。
レベル1地震動を作用させた時に生じる上下部構造間の最大相対変位を δ_R とする。一般には δ_R はゴム支承の設計水平変位としてよい。
- 伸縮装置が設けられる橋端部の支点が可動支承（例えば、ゴムパッド支承や鋼製ローラー支承）によって支持されている場合。
設計振動単元にレベル1地震動を作用させた時の最大相対変位を δ_R とする。
ただし、設計振動単位を橋台が支持している場合には地震時変位量が小さいため零とみなして良いこととなり、上部構造のみの変位となる。

上下部構造間に生じる相対変位は、いろいろな条件で変化するため、耐震性能照査を行っている場合は、その解析結果より上下部構造間の相対変位 δ_R を定める。

レベル1地震時移動量に加える余裕量は、地震時の解析に関する誤差と施工誤差等を考慮して適切な余裕量を考慮する必要がある。

これまでの余裕量は一般にレベル1地震時移動量に一方あたり15mm程度の余裕量を考慮していた。この値は平成29年11月の道示改定前まで旧道示に記載されていた余裕量の考え方である。

さらに、地震時設計移動量は、免震設計等では橋軸方向と橋軸直角方向の両方向を考慮する必要がある。

4. 3. 4 ジョイントプロテクター

ジョイントプロテクターは、レベル1地震動に対して伸縮装置の保護のために必要に応じて設置する構造をいう。ジョイントプロテクターに保護された伸縮装置の耐荷性能は、橋の耐荷性能1を満足すると判断できるものとする。

ジョイントプロテクターは、伸縮装置のレベル1許容伸縮量が式-4.3.3.1により算出する地震時設計伸縮量より小さい場合に、伸縮装置を保護するための方策の一つとして設置する。

ジョイントプロテクターの設計地震力は、式-4.3.4.1を標準とする。

$$H_J = k_h \cdot R_d \quad \dots \text{式-4.3.4.1}$$

ここに、

H_J : ジョイントプロテクターの設計地震力 (kN)

k_h : レベル1地震動に対する設計水平震度

R_d : 死荷重反力 (kN)

ジョイントプロテクターの耐力がレベル1地震時水平力に対して過度に余裕があると、支承の変形を拘束し、下部構造に伝達される水平力の分担が設計で想定したものとならない可能性が生じるので、ジョイントプロテクターの余裕度に配慮する必要がある。

また、ジョイントプロテクターの橋軸方向の遊間量は、4. 3. 1で算出する常時設計伸縮量以上を確保し、更に伸縮装置のレベル1許容伸縮量を超えないように設定する。

伸縮装置のレベル1許容伸縮量またはレベル1許容耐力が、レベル1地震時移動量またはレベル1地震時水平力を上まわれば、ジョイントプロテクターを設けなくてもよい。伸縮装置のレベル1許容耐力は、日本道路ジョイント協会が定期的に発行している「橋梁用伸縮装置構造図集」も参考にできる。

4. 3. 5 伸縮装置の選定

- (1) 4. 3. 2で規定する常時設計伸縮量と、4. 3. 3で規定するレベル1地震時移動量以上の伸縮性能を有する伸縮装置を選定する。
- (2) 伸縮装置の遊間は、床版遊間以上とする。

(1)について

設計時における伸縮量（移動量）は、各々常時の設計伸縮量と地震時設計伸縮量が個別に示される。伸縮装置は、4. 3. 2で規定する常時の設計伸縮量を許容する伸縮量を有し、かつ、4. 3. 3で規定する地震時設計伸縮量以上のレベル1許容伸縮量を有するものを選定する。伸縮装置の選定においては3. 2の伸縮装置性能一覧表と設計条件を照合するとよい。

また、埋設型伸縮装置は構造上、レベル1地震動に抵抗できないため常時の設計伸縮量を用いて選定を行う。

橋軸直角方向に関して、けたの変位を拘束する直角拘束鋼材や横変位拘束構造が配置されている場合は、地震時設計移動量は固定となるので考慮は不要となる。

曲線橋は、常時の伸縮方向とレベル1地震動による移動方向が異なる場合があるので、どちらの移動にも対応可能な伸縮装置を選定する。

(2)について

図-4.3.5.1に示すように、伸縮装置の床版適用遊間が床版遊間を下まわると、荷重支持部が床版遊間内に入り込んでしまい輪荷重によって伸縮装置が破損する恐れがあるため、伸縮装置の遊間は床版遊間以上とする。

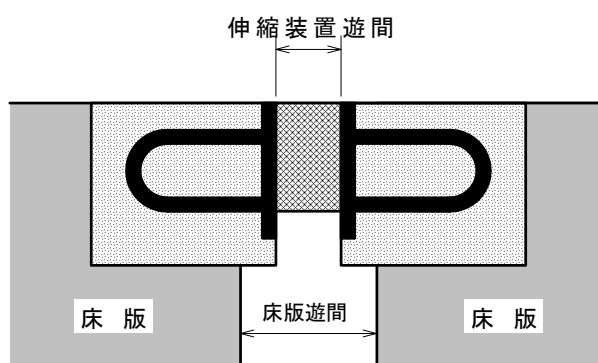


図-4.3.5.1 伸縮装置遊間が床版遊間より小さく不適切な例

4. 4 止水構造

4. 4. 1 二次止水構造

二次止水構造においては、伸縮装置本体と二次止水構造が一体となったものと分離構造で現場にて各々を設置するものがある。



図-4. 4. 1. 1 一体構造の二次止水構造例

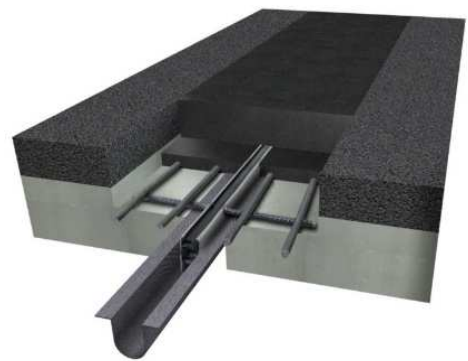
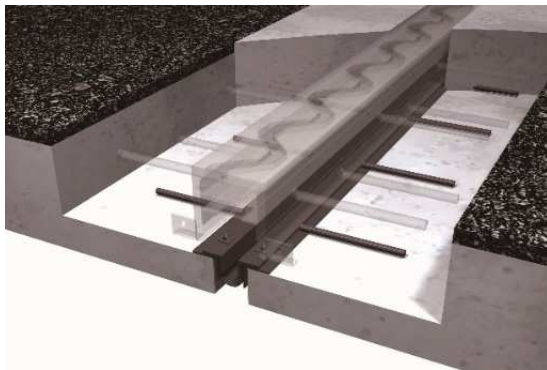


図-4. 4. 1. 2 別構造の二次止水構造例

4.4.2 端部止水構造

端部止水構造は各伸縮装置メーカーで対策を行っており、橋梁の斜角、取り付く地覆形状および使用条件により様々な例が採用されている。

地覆部や壁高欄部の止水には製品化伸縮装置の場合、一般的にシール処理が行われている場合が多く、この場合長期的に鑑みた場合十分な止水が発揮されない事象も確認されていることから、橋面水滞留部である伸縮装置端部を立上げて止水効果を画期的に高めたものである。しかし、端部が特殊な親柱や御影石などで構成されている場合等は適用不可能な場合もあるので注意が必要である。

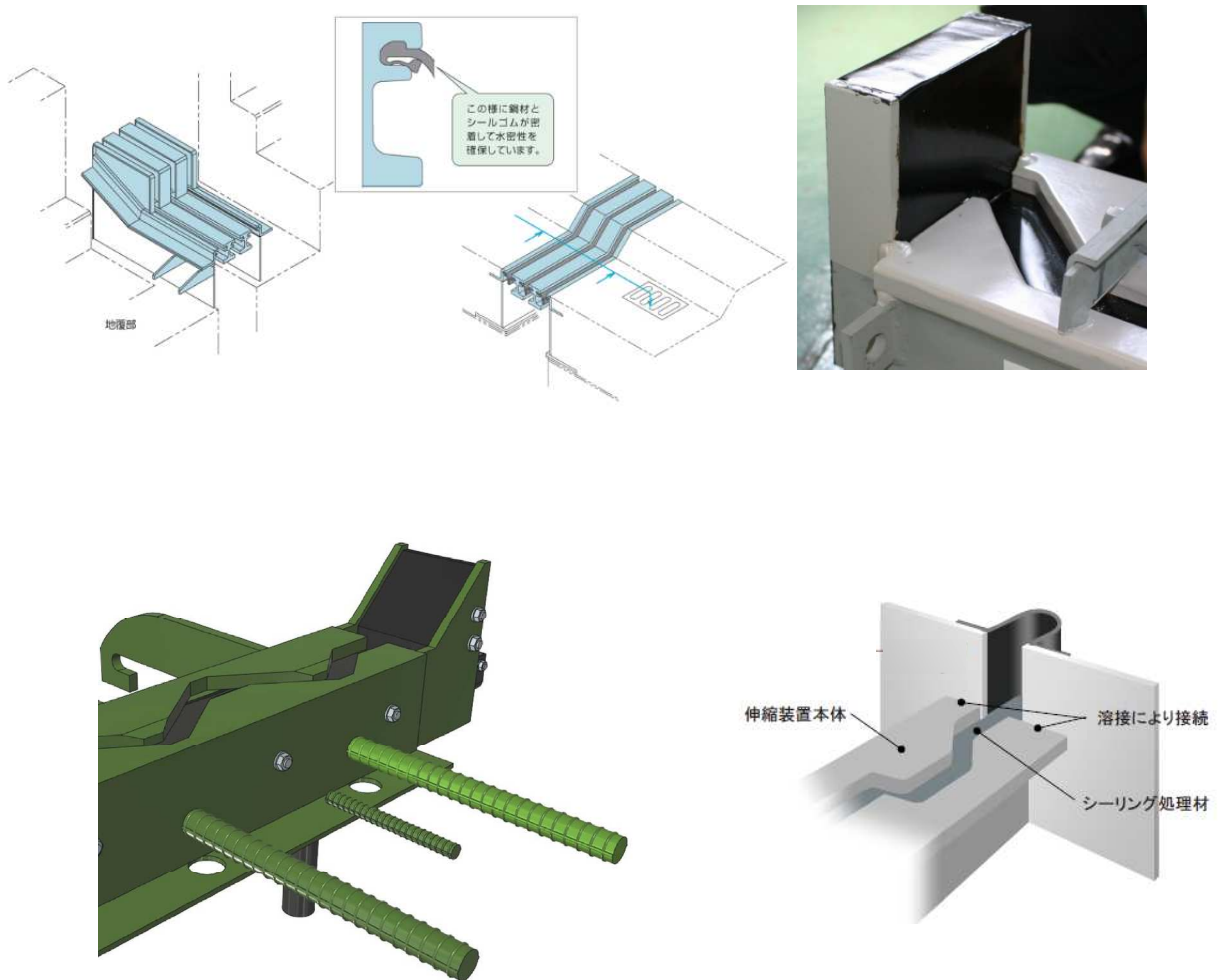


図-4.4.2.1 端部止水構造例

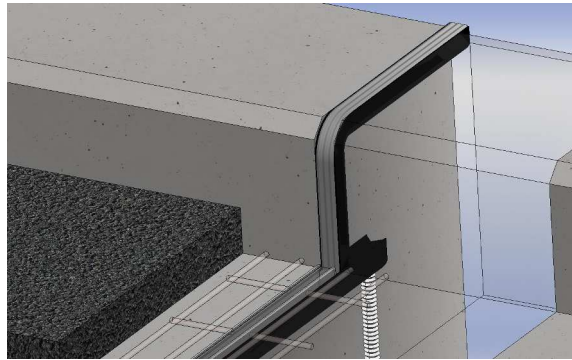


図-4.4.2.2 端部止水構造例

5. 設計上の基本事項

5.1 一般

- (1) 伸縮装置は、所定の走行性、耐久性、止水性、静音性など、周辺環境に配慮した構造とし、適切な材料および構造を選定する。
- (2) 地震の影響を考慮する場合は、適切に移動可能量（レベル1許容伸縮量）または耐力（レベル1許容耐力）を照査する。
- (3) 橋の設計供用期間中の点検や交換、損傷時の処置方法について検討を行い、施工性、維持管理及び補修の容易さに配慮した構造とする。

(1) について

伸縮装置は、桁遊間の路面を形成する構造となることから、適切な走行性を確保することが必要になる。フェイスプレート先端部の形状は、桁の回転および移動に伴って、フェイスプレート先端部に生じる鉛直変位を考慮し、必要な場合には面取りを施すと良い。活荷重たわみによる挙動のイメージ図を図-4.3.2.2に示す。また、雪氷地域では除雪作業の支障とならないような除雪車誘導板を設置するなどの構造的な配慮も必要とされる。除雪車誘導板の設置例を9.3に示す。

伸縮装置には、伸縮装置本体や地覆部からの漏水による劣化を防止するため、止水性が求められる。止水構造の例を4.4に示す。

フェイスプレート表面幅が広い場合（1m程度以上）、車両の制動に影響を与える可能性があり、発注者からの要求があった場合に、適切なすべり止め措置を行う。

(2) について

一般に、橋軸方向にはレベル1地震時移動量に対して伸縮装置の移動可能量（復元移動量）を確保する。また、橋軸直角方向にはレベル1地震時移動量に対して伸縮装置の移動可能量（復元移動量）を確保するか、必要な水平耐力を確保する。伸縮装置のみで必要な耐力を確保できない場合には、別構造により水平耐力を確保する構造例もある。ただし、常時の移動に対する移動可能量（遊間量）は確保する必要がある。

(3) について

伸縮装置はレベル2地震動を考慮する設計状況に対する設計について、規定されていない。これは、レベル2地震動を考慮する設計状況で伸縮装置が損傷しても、橋の挙動に及ぼす影響は小さく、また、緊急輸送に対する交通の確保については、一般に路面に鉄板を敷く等の応急復旧により橋の性能の確保は可能となるためである。

ただし、レベル2地震動を考慮した際、伸縮装置が損傷することで橋の挙動を拘束して橋の応答が変化する状態となることを避けるなどの配慮は必要である。

なお、伸縮装置の復旧を容易とするために、伸縮装置は容易に交換できる構造とする必要がある。

5.2 作用

伸縮装置の設計に用いる鉛直荷重は、次の通りとする。			
鉛直荷重		衝撃係数	
車道部：T 荷重	P= 100kN	製品化伸縮装置	: i=0.75 (75%考慮)
歩道部：群衆荷重	P= 5kN/m ²	フィンガージョイント	: i=1.50 (150%考慮)

伸縮装置の設計に用いる鉛直荷重はT 荷重を基本としている。この荷重は、伸縮装置の耐荷性能の照査を行う際に使用される。その際、道路橋示方書（平成 29 年 11 月・共通編・p182）によると、荷重組合わせ係数及び荷重係数を適用する必要はない。また、衝撃係数は衝撃の影響や荷重のばらつきを考慮し設定されており、伸縮装置の耐荷性能を照査する上で、活荷重における荷重係数と同等の値となっている。衝撃係数の新旧道路橋示方書の比較を表-5.2.1 に示す。

ただし、NEXCO 等の発注者によっては、独自に衝撃係数を設けている場合があるので、設計資料を確認して適用する必要がある。

表-5.2.1 衝撃係数の比較

	道路橋示方書		改定後／改定前
	改定以前 平成 24 年 3 月	改定後 平成 29 年 11 月	
製品化 伸縮装置	i=0.40 (1+i) P=1.40P	i=0.75 (1+i) P=1.75P	1.75P/1.40P =1.25
フィンガー ジョイント	i=1.00 (1+i) P=2.00P	i=1.50 (1+i) P=2.50P	2.50P/2.00P =1.25

伸縮装置の疲労耐久性の照査を行う場合には、鋼部材の疲労の照査において用いられる F 荷重を用いる。（道路示方書・共通編・P89）その際、部分係数設計法および限界状態設計法は適用されない。そのため、道路橋示方書（平成 29 年 11 月）で示されている衝撃係数は、荷重係数が考慮された数値となっているので、疲労耐久性の照査では荷重が 1/1.25 となる改訂前の衝撃係数を用いる。

5.3 使用材料

5.3.1 一般

伸縮装置に用いられる一般的な鋼材については、道示Ⅱに示される材料が使用される。また、伸縮装置に用いられるその他の材料は、伸縮装置メーカーへ問い合わせること。

伸縮装置に用いられる一般的な鋼材を、表-5.3.1.1に示す。

伸縮装置に用いられる材料で、アルミ合金・特殊合材・ゴム材料等については、各伸縮装置メーカーにて選定されている。詳細については、各伸縮装置メーカーに確認が必要である。

表-5.3.1.1 伸縮装置に用いられる一般的な鋼材

鋼材の種類	規格	鋼材記号
構造用鋼材	JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材	SS400
	JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材	SM520、SM490Y、SM490、SM400
鋳鍛造品	JIS G 5502 球状黒鉛鋳鉄品	FCD400、FCD450
ステンレス鋼	JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板	SUS304、SUS316
	JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板	SUS304、SUS316
接合用鋼材	JIS B 1186 摩擦接合用高力ボルト	F8T、F10T
	JIS B 1180 六角ボルト	強度区分 4.6、8.8、10.9
	JIS B 1176 六角穴付きボルト	強度区分 10.9、12.9
棒鋼	JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼	SD345、SR235

5.3.2 強度の特性値

(1) 主に用いられる鋼材の強度の特性値一覧

主に用いられる鋼材の強度の特性値を表-5.3.2.1に示す。

表-5.3.2.1 鋼材の強度の特性値一覧 (N/mm²)

		板厚	引張強度	引張降伏 圧縮降伏	せん断 降伏	鋼板間の支 圧強度
構造用 鋼材	SS400	$t \leq 40$	400	235	135	235
	SM400	$40 < t \leq 75$		215	125	215
	SMA400W	$75 < t \leq 100$				
	SM490	$t \leq 40$	490	315	180	315
		$40 < t \leq 75$		295	170	295
		$75 < t \leq 100$				
	SM490Y SM520	$t \leq 40$	490 (520)	355	205	355
		$40 < t \leq 75$		325	185	325
		$75 < t \leq 100$				
鍛鋼品	SF490A	————	490	245	140	245
	SF540A	————	540	275	160	275
鑄鋼品	SC450	————	450	225	130	225
	SCW410	————	410	235	135	235
	SCW480	————	480	275	160	275
	SCMn1A	————	540	275	160	275
	SCMn2A	————	590	345	200	345
機械 構造用鋼	S35CN	————	510	305	175	305
	S45CN	————	570	345	200	345
鑄鉄品	FCD400	————	400	250	145	250
	FCD450	————	450	280	160	280
棒鋼	SD345	————	490	345	200	————
	SR235	————	380	235	135	————

道路橋示方書・平成29年11月より

(2) 接合部に用いる鋼材の強度の特性値一覧

1) 溶接部の強度

溶接接合部の強度の特性値を表-5.3.2.2に示す。

表-5.3.2.2 溶接接合部の強度の特性値(N/mm²)

		板厚	引張強度	完全溶込		部分溶込・すみ肉溶接
				引張降伏 圧縮降伏	せん断降伏	せん断降伏
工場溶接	SS400	$t \leq 40$	400	235	135	135
	SM400	$40 < t \leq 75$		215	125	125
	SMA400W	$75 < t \leq 100$				
	SM490	$t \leq 40$	490	315	180	180
		$40 < t \leq 75$		295	170	170
		$75 < t \leq 100$				
	SM490Y SM520	$t \leq 40$	490 (520)	355	205	205
		$40 < t \leq 75$		335	195	195
		$75 < t \leq 100$				
現場溶接	工場溶接と同じ					

道路橋示方書・平成29年11月より

板厚が100を超える場合には、道路橋支承便覧（平成30年12月）を参照する。

2) ボルト類の強度

ボルト類の強度の特性値を表-5.3.2.3に示す。

表-5.3.2.3 ボルト類の強度の特性値(N/mm²)

		等級・ 強度区分	引張強度	引張降伏	せん断 降伏	せん断 破断	支圧
ボルト類	摩擦接合用 高力ボルト	F8T	800	640	460	460	——
		F10T	1000	900	580	580	——
		S10T	1000	900	580	580	——
		S14T	1400	1260	810	810	——
	仕上げ ボルト	4.6	400	240	135	——	240
		4.8	420	340	195	——	340
		8.8	830	660	380	——	660
		10.9	1040	940	540	——	940
		12.9	1220	1100	635	——	1100
	スタッドボルト			400	235	——	——

道路橋示方書・平成29年11月より

(3) コンクリートのコーン破壊

$$\sigma_{ctr} = 0.23 \sigma_{ck}^{(2/3)}$$

(4) アンカーとコンクリートの付着強度

アンカーとコンクリートの付着強度の特性値を表-5.3.2.4に示す。

表-5.3.2.4 アンカーとコンクリートの付着強度(N/mm²)

種類	σ_{ck}						
	21	24	27	30	40	50	60
丸鋼	1.2	1.35	1.45	1.5	1.7	1.7	1.7
異形棒鋼	2.4	2.7	2.9	3.0	3.4	3.4	3.4

道路橋支承便覧（平成30年12月）より

5.4 応力度の制限値

伸縮装置に用いられる一般的な鋼材の応力度の制限値は、鋼材の特性値及び耐久性を考慮して設定する。その他の材料についての応力度の制限値は、材料の特性を考慮して適切に設定すること。

係数一覧

1) 鋼材部

表-5.4.1 鋼部材の調査解析係数・部材構造係数・抵抗係数

	作用の 組合せ	限界状態 1		限界状態 3		
		調査解析 係数	抵抗係数	調査解析 係数	部材構造 係数	抵抗係数
		ξ_1	Φ_{Yt}	ξ_1	ξ_2	Φ_{Ut} 、 Φ_{Us}
曲げモーメント	i)	0.90	0.85	0.90	1.00	0.85
	ii)		1.00			1.00
せん断	i)	0.90	0.85	0.90	1.00	0.85
	ii)		1.00			1.00
引拔力	i)	0.90	0.85	————		
	ii)		1.00			

道路橋示方書・平成 29 年 11 月より

2) 溶接接合部

表-5.4.2 溶接接合部の調査解析係数・部材構造係数・抵抗係数

	作用の 組合せ	限界状態 1		限界状態 3		
		調査解析 係数	抵抗係数	調査解析 係数	部材構造 係数	抵抗係数
		ξ_1	Φ_{Yt}	ξ_1	ξ_2	Φ_{Ut} 、 Φ_{Us}
曲げモーメント	i)	0.90	0.85	0.90	1.00	0.85
	ii)		1.00			1.00
せん断	i)	0.90	0.85	0.90	1.00	0.85
	ii)		1.00			1.00
曲げモーメント 及びせん断	i)	合成応力の照査		————		
	ii)					

道路橋示方書・平成 29 年 11 月より

※作用の組合せ

- i) 変動作用時で活荷重及び衝撃を考慮したケース
- ii) 変動作用時でレベル 1 地震動を考慮したケース

3) ボルト類

表-5.4.3 ボルト類の調査解析係数・部材構造係数・抵抗係数

		作用の 組合せ	限界状態 1		限界状態 3		
			調査解析 係数	抵抗係数	調査解析 係数	部材構造 係数	抵抗係数
			ξ_1	Φ_{syd} Φ_{tyd}	ξ_1	ξ_2	Φ_{Ut} Φ_{Us}
アンカー ボルト	せん断 応力度	i)	0.90	下表による	0.90	0.85	
		ii)				1.00	
	引張 応力度	i)	0.90	下表による	0.90	0.85	
		ii)				1.00	
仕上げ ボルト	引張 応力度	i)	0.90	下表による	限界状態 1 による		
		ii)					
	せん断 応力度	i)	0.90	下表による			
		ii)					
	支圧 応力度	i)	0.90	下表による			
		ii)					

道路橋示方書・平成 29 年 11 月より

表-5.4.4 アンカーボルト材の抵抗係数

抵抗係数	作用の組合せ	SS400	S35CN	S45CN	SD345	SR235
Φ_{Yt}	i)	0.85	0.85	0.75	0.85	0.85
	ii)	1.00	1.00	0.90	1.00	1.00

表-5.4.5 仕上げボルトの抵抗係数

抵抗係数	作用の組合せ	4.6	4.8	8.8	10.9	12.9
Φ_{Yt}	i)	0.85	0.60	0.80	0.75	0.65
	ii)	1.00	1.00	0.95	0.90	0.80

4) アンカーとコンクリートの接合

表-5.4.6 アンカーボルトとコンクリートの接合の
調査解析係数・部材構造係数・抵抗係数

		作用の 組合せ	限界状態 1		限界状態 3		
			調査解析 係数	抵抗係数	調査解析 係数	部材構造 係数	抵抗係数
			ξ_1	Φ_{tc}	ξ_1	ξ_2	Φ_{Ut} Φ_{Us}
アンカー ボルト	コーン 破壊	i)	0.90	0.85	—————		
		ii)		1.00			
	付着 破壊	i)	限界状態 3 による	0.90	0.85		
		ii)			1.00		

注) 伸縮装置の設計は、レベル 2 地震動を考慮する設計状況に対する検討は、道路橋示方書において規定されていない。そのため、偶発作用時における調査・解析係数、部材・構造係数、抵抗係数は示していない。

5.5 耐荷性能の照査

設計荷重の作用により部材に発生する応力度に対して制限値以下となるように照査を行う。

(1) について

伸縮装置の構造は、形式毎に荷重伝達機構が異なっている。ここでは、一般的に行われる伸縮装置に作用する鉛直荷重及び照査部位の例を示す。

1) 荷重の載荷例

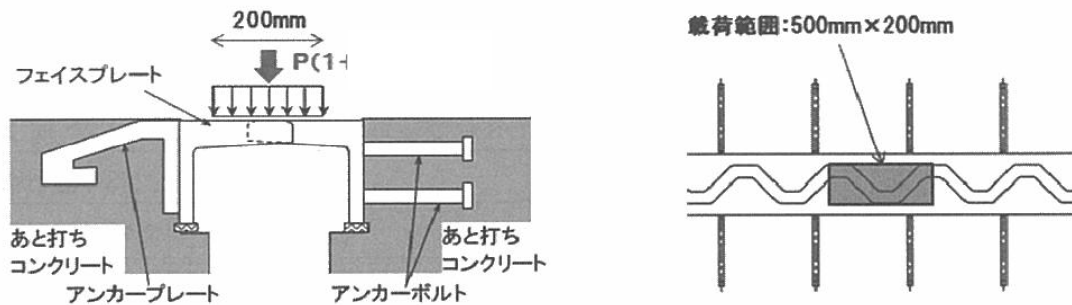


図-5.5.1 耐荷性能照査における作用と載荷範囲

2) 照査部位の例

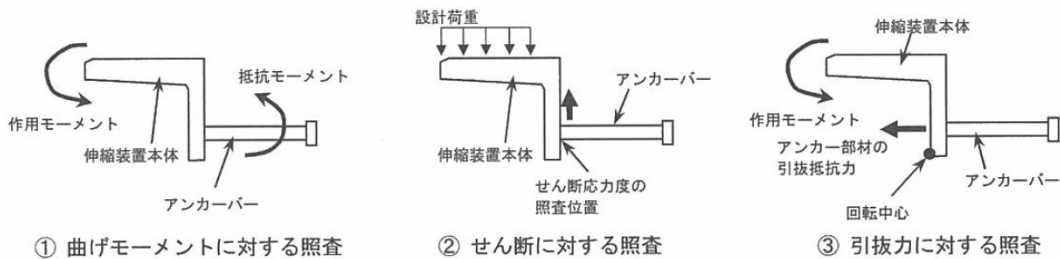


図-5.5.2 アンカー部材の照査例（アンカーバータイプ）

ここに示す例は、一般的な構造に対する照査部位の例である。そのため、伸縮装置メーカーごとに構造形式が異なってくる。

（上の図柄は NEXCO 設計要領、第二集、橋梁建設編より引用）

3) 照査式の例

一般的に行われる照査は、作用する荷重に対して、抵抗する断面での応力度照査を行う。

表-5.5.1 曲げモーメントに対する引張応力度の照査

	限界状態 1	限界状態 3
応力度算出式	$\sigma_t = \frac{M}{I} \times y_t$	
照査式	$\sigma_t \leq \sigma_{tyd}$	$\sigma_t \leq \sigma_{tud}$
制限値	$\sigma_{tyd} = \xi_1 \cdot \phi_{yt} \cdot \sigma_{yk}$	$\sigma_{tud} = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \phi_{ut} \cdot \sigma_{yk}$

表-5.5.2 せん断に対するせん断応力度の照査

	限界状態 1	限界状態 3
応力度算出式	$\tau_s = \frac{S}{A}$	
照査式	$\tau_s \leq \tau_{yd}$	$\tau_s \leq \tau_{ud}$
制限値	$\tau_{yd} = \xi_1 \cdot \phi_{ys} \cdot \tau_{yk}$	$\tau_{ud} = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \phi_{us} \cdot \tau_{yk}$

表-5.5.3 引張力による引張応力度の照査

	限界状態 1	限界状態 3
応力度算出式	$\sigma_t = \frac{T}{A}$	
照査式	$\sigma_t \leq \sigma_{tyd}$	$\sigma_t \leq \sigma_{tud}$
制限値	$\sigma_{tyd} = \xi_1 \cdot \phi_{yt} \cdot \sigma_{yk}$	$\sigma_{tud} = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \phi_{ut} \cdot \sigma_{yk}$

5.6 耐久性能の照査

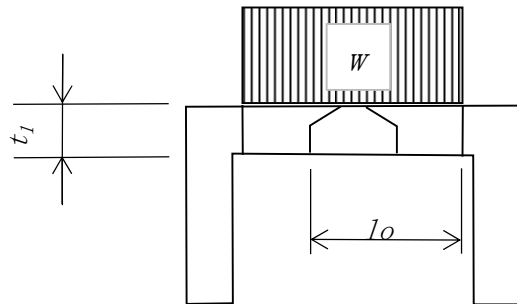
伸縮装置の耐久性の照査は、衝撃を伴う車両走行の繰返しにより伸縮装置本体及び橋梁と一体化する接合構造が、設計耐久期間中に疲労損傷しないことを照査する。

伸縮装置の疲労耐久性能は、当該橋梁の交通特性を考慮して照査するのが原則となっている。鋼製フィンガージョイントのように鋼材等の櫛歯で構成された伸縮装置に対しては、繰返し載荷試験により耐久性能の照査を行う場合、載荷荷重の振幅を 200kN を目安に、製品化伸縮装置については 140kN を目安としている。

繰返し回数については 200 万回など、適宜設定し疲労耐久試験の目安としている。

また、FEM 解析等により応力状態を確認して、疲労曲線等による照査を行う場合もある。

5.7 フェイスプレートの耐荷性能の計算例（活荷重）



(1) 設計条件下表-5.7.1とする。

表-5.7.1 設計条件

輪荷重 (T 荷重)	衝撃係数	後輪輪体幅	後輪接地長	斜角
P	i	b	a	θ
200 kN	1.5	500mm	200mm	90°

等分布荷重

$$w = \frac{P \times (1+i)}{b \times a} = \frac{200 \times (1+1.5)}{500 \times 200} = 0.0025 \text{ kN/mm}^2 = 2.5 \text{ N/mm}^2$$

フィンガー長

$$l_o = 60 \text{ mm}$$

曲げモーメント

$$M = w \times b \times l_o \times \frac{l_o}{2} \times \frac{1}{\sin \theta} = 2.5 \times 500 \times 60 \times \frac{60}{2} \times \frac{1}{\sin 90^\circ} = 2250 \text{ kN}\cdot\text{mm}$$

(2) フェイスプレートの材料

フェイスプレートの材質はSS400とする。SS400の特性値は下表の通りとなる。

表-5.7.2 SS400の特性値一覧

材質	板厚	引張強度	引張降伏強度	せん断降伏強度
			σ_{yk}	τ_{yk}
SS400	$t \leq 40\text{mm}$	400N/mm ²	235N/mm ²	135N/mm ²

(3) フェイスプレートの抵抗幅

フィンガープレート根元幅： $\lambda_f = 150 \text{ mm}$

フィンガーピッチ： $p_o = 200 \text{ mm}$

フィンガーピッチに対するフィンガープレート根元幅の比： $\gamma = \frac{\lambda_f}{p_o} = \frac{150}{200} = 0.75$

抵抗幅： $B_f = b \times \gamma = 500 \times 0.75 = 375\text{mm}$

(4) フェイスプレートの必要板厚

フェイスプレートは片持ち形式のため、曲げモーメントおよびせん断を受ける部材であるが、フェイスプレート厚は、曲げモーメントによる影響が大きい。そのため、最小フェイスプレート厚は、曲げモーメントの作用により算出する。

この場合、限界状態1および限界状態3の制限値より求められるが、どちらも同じ制限値となるため、限界状態1の制限値より最小板厚を算出することで、限界状態3を超えないこととなる。

作用の組合せ：活荷重 (L) に衝撃 (I) を考慮したケース (変動作用時)

調査・解析係数： $\xi_1 = 0.90$

抵抗係数： $\Phi_{Ut} = 0.85$

曲げ引張応力度の制限値

$$\sigma_{tyd} = \xi_1 \times \Phi_{Ut} \times \sigma_{yk} = 0.90 \times 0.85 \times 235 = 179.7 \text{ N/mm}^2$$

フェイスプレート必要厚： t_1

$$t_1 = \sqrt{\frac{6 \times M}{(E_f \times \sigma_{yk})}} = \sqrt{\frac{6 \times 2250000}{(275 \times 179.7)}} = 14.15 \text{ mm} \rightarrow 15 \text{ mm 以上}$$

6. 施工

6. 1 一般

- (1) 大きく分けて、新設と補修に区分する。
- (2) 施工フローに基づき施工を行う。また、基本的に走行性・静粛性を鑑み、後付工法を推奨とする。

(1) について

伸縮装置の設置には新設と補修がある。新規に伸縮装置を設置するものは新設、伸縮装置を交換（取替）するものは補修という。

(2) について

- 1) 先付工法は、舗装が後になることから走行性が失われることが多く、一般的に後付工法を推奨している。先付工法の場合、伸縮装置部の損壊や伸縮装置後打ちコンクリート部の汚損・割れ・角欠けなどを引き起こす可能性が高く、細心の注意を払わなければならない。しかし、防水層の立上げなど、設計上指定がある場合は適宜、設計上の主旨を考慮して選択するものとする。

また、鋼製フィンガージョイントやモジュラー形式ジョイントにおいては、高さの微調整が困難な場合もあるので注意が必要となる。

・先付工法と後付工法の特徴

先付工法：舗装の施工前に伸縮装置を施工する工法で伸縮装置の周辺の配筋が行いやすい。

また、後打ちコンクリート部の床版側面に防水層の立上げが可能となる。

後付工法：舗装の施工後に伸縮装置を施工する工法で舗装面に合わせ高さ管理ができるので走行性が良いとされている。

埋設型伸縮装置においては、先付工法が不可能な場合もあるので、設計前に確認をしておくことも必要である。

※解説およびポイントについては 10. 付属資料 参照のこと。

2) 橋梁の伸縮装置施工の一般的な施工手順を図-6.1.1～3に示す。

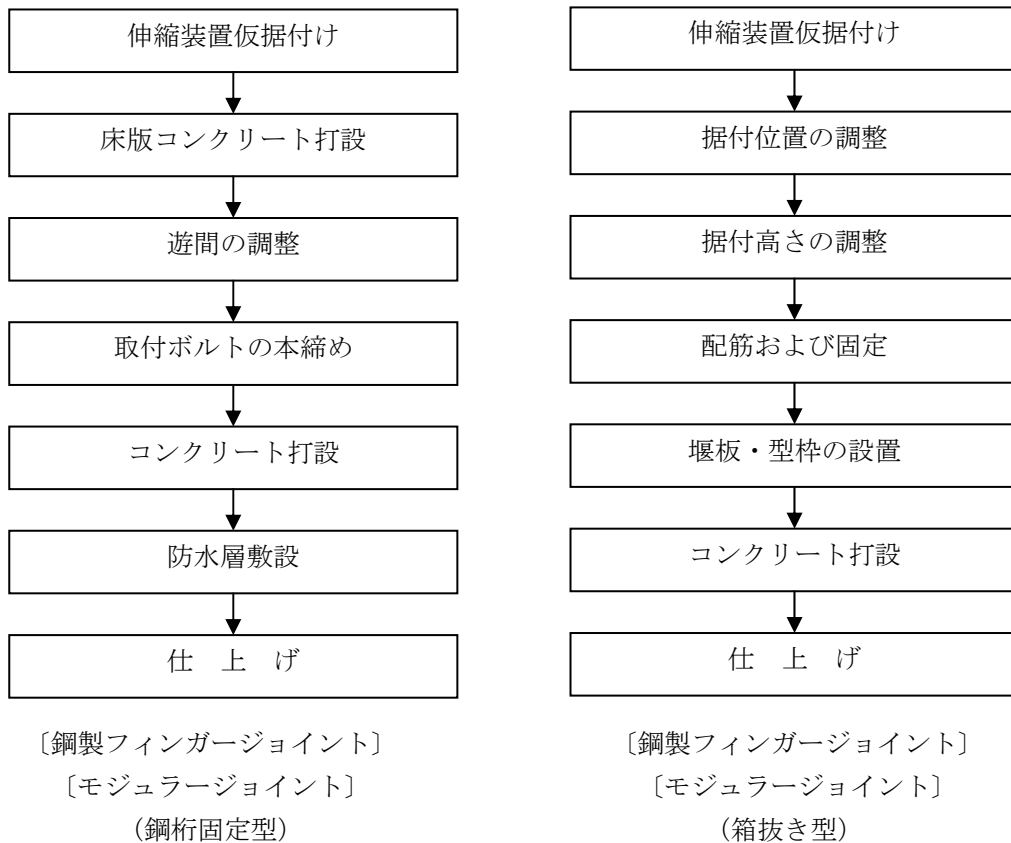


図-6.1.1 伸縮装置の施工手順 (鋼製フィンガージョイント・モジュラージョイント)



図-6.1.2 伸縮装置の施工手順 (製品化伸縮装置)

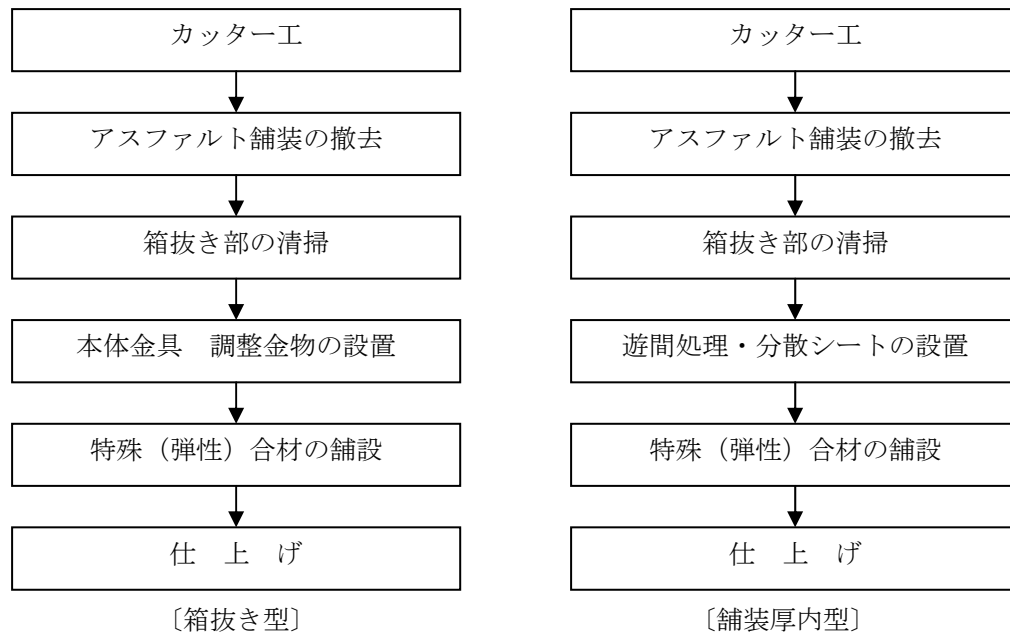


図-6.1.3 伸縮装置の施工手順（埋設型伸縮装置）

3) 【共通】 施工に際しての留意事項を次に示す。

- 伸縮装置据え付け時には、遊間と温度との関係を考慮し予め据え付け時の温度に対応した伸縮装置取付遊間を確認した上で設置するものとする。据付時の温度は施工条件や時間帯により異なるため、鋼製先付フィンガージョイントおよび埋設型伸縮装置を除き最寄りの気象台における過去の統計データを参考に平均気温を利用するのが一般的である。ここでいう先付とは、主桁（鋼桁・鋼床版桁）に直接取り付ける場合を意味する。
- 伸縮装置の通し鉄筋や下部工または床版からの埋込鉄筋（伸縮装置固定用鉄筋）は、伸縮装置をコンクリート硬化まで、適切な位置・高さ・勾配・直線性を保持するためのものであるため、通常の結束ではズレが生じることがある。特に伸縮装置重量が大きくなるにつれ、その傾向があり、これらの緊結は強固で確実でなければならぬため、溶接で行っている方法も多く実施されている。その例を図-6.1.4に示す。なお溶接部においては断続溶接とし溶接スラグは取り除くこと。

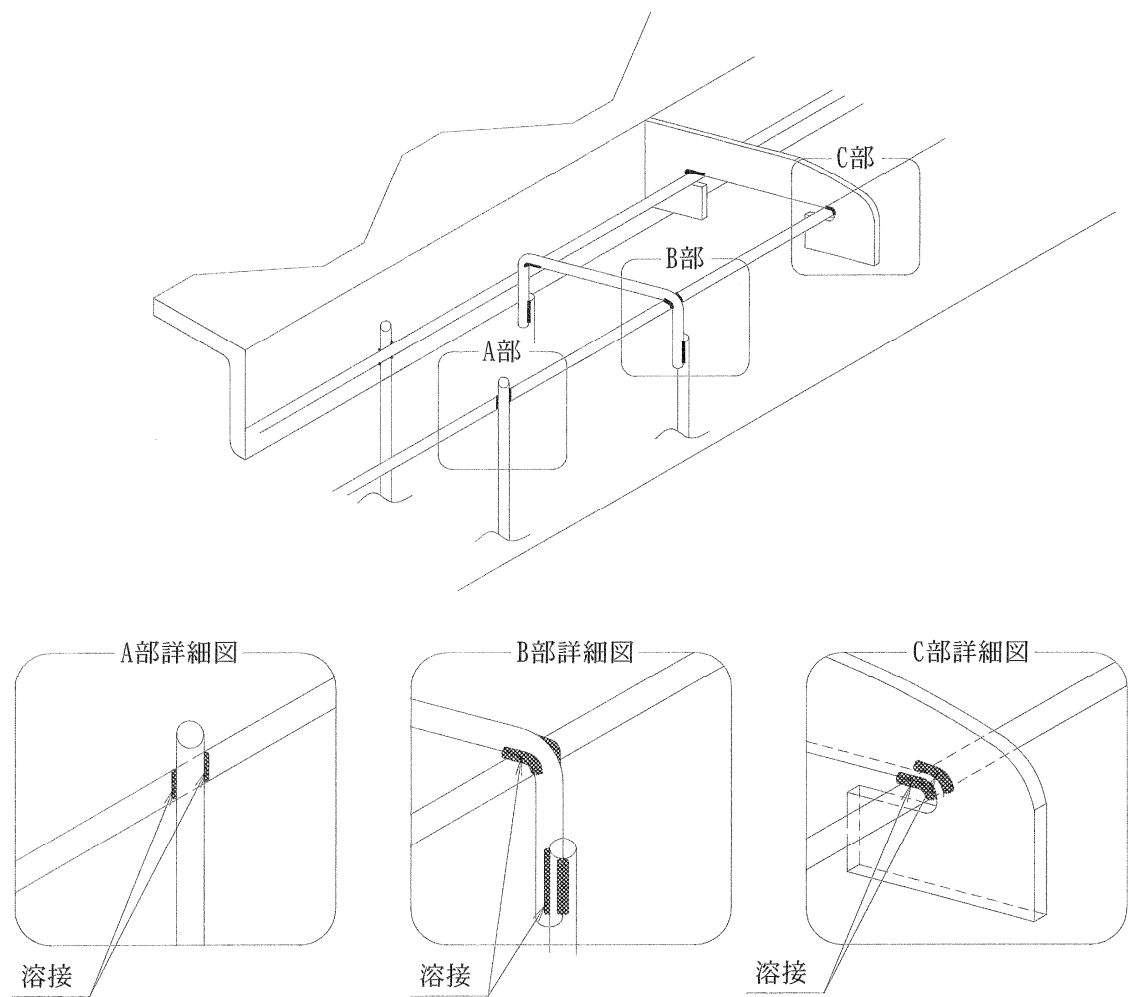


図-6.1.4 鉄筋の緊結（伸縮装置の固定）方法 例

- ・ 地覆立上り部および二次止水構造の施工に際しては、製造メーカー各社の基準に準じて施工を行う。
- ・ 据付高さ管理は各道路管理者の基準を満足しなければならない。
- ・ 伸縮装置箱抜き部において、橋台もしくは床版からの鉄筋が伸縮装置に干渉し設置が困難な場合には、発注者と協議のうえ、極力箱抜き底部に曲げて配置するか、やむをえない場合には鉄筋を除去することもある。
- ・ 伸縮装置のコンクリート打設前の打継部が健全か点検ハンマ等で確認する。脆弱部があれば除去しなければならない。
- ・ 打継処理において所定の指示がある場合はそれに従う。
- ・ 伸縮装置の後打ちコンクリートおよび埋設型伸縮装置の特殊(弾性)合材等の仕上げは平坦に仕上げ、コンクリートの養生方法には十分注意する。埋設型伸縮装置における特殊(弾性)合材等の仕上げについては、各メーカーの要領による。後打ち材に樹脂バインダー材を用いるときも同様とする。

4) 【補修】施工に際しての留意事項を次に示す。

- ・ 補修対象の場所、方面、箇所は必ず事前に確認しておくこと。
- ・ 撤去する範囲は既存の伸縮装置と異なる場合がある。
- ・ 既設伸縮装置の撤去にあたり第三者被害のないよう防護を設けることを原則とする。
- ・ マイクロクラック抑制もしくは対策の指示がある場合にはそれによる。WJ工法 の併用やマイクロクラック対策樹脂類の含浸塗布等。
- ・ 据付高さは、原則として既存の伸縮装置高さとする。また、高さの指示がある場合はその計画高さとする。伸縮装置高さと路面高さが異なる場合には、段差修正材や舗装などの擦り付けにより段差を解消する。
- ・ 埋設型伸縮装置の場合は機能上の観点から機能できる最小高さを保持できればその限りではない。

(3) について

近年において、橋梁の長寿命化の観点から補強・補修工事が増加傾向にある。補修工事においては時間制約や交通規制を伴うことが多いうえ、既設構造物、埋設物や添架物などと干渉し施工に支障が出る場合が多い。

1) 補修に際しての留意事項

図面に記載がない干渉物が発見される可能性があるため、必ず確認調査が必要である。

現場の状況を鑑み施工方法など総合的な判断が要求される。例えば遊間量や伸縮量が異なる場合、また、埋設管などの影響や支承の損傷など外意的な影響により、通常の施工が困難な場合がある。これらの結果により伸縮装置の選定に影響が及ぶことがあるので注意が必要である。

交通規制や時間制約を伴う場合には通常の施工で行うことができず、施工方法の変更を余儀なくされる場合もある。

2) 補修時のながれ

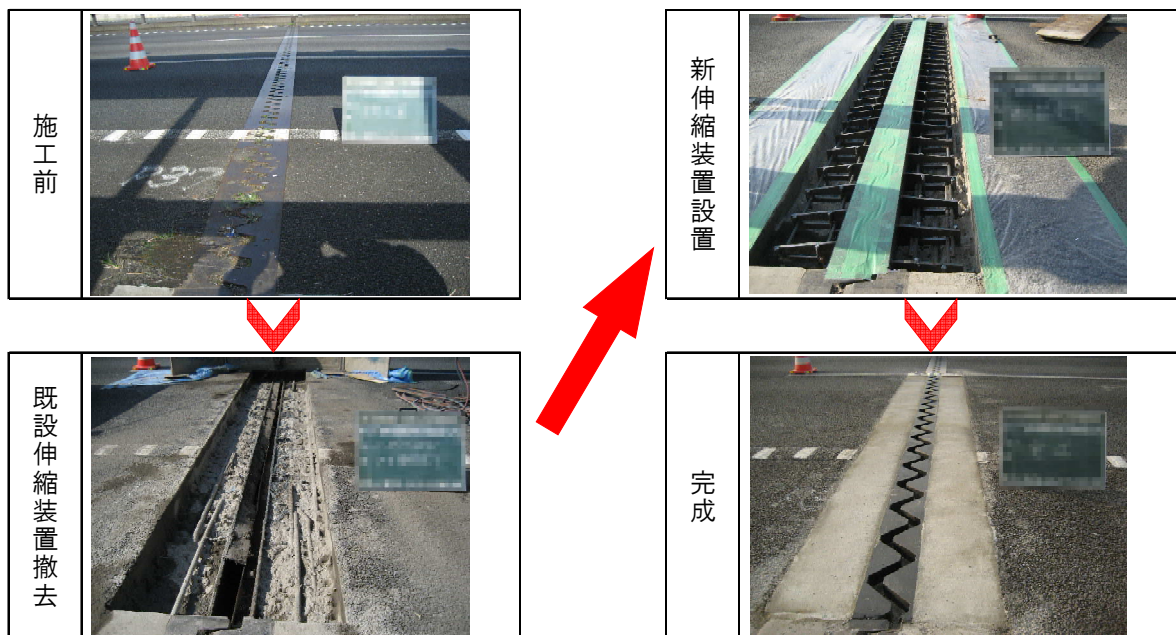


図-6.1.5 補修時の施工イメージ

6. 2 品質管理（出来形管理）

- (1) ここでは施工における品質管理とする。
 (2) 品質管理は伸縮装置の機能が十分に発揮できるよう確実に行うものとする。

(1) について

製品の品質管理は、製造メーカー各社が定める規格値および道路管理者が定める規格値を満足するものとするが、一般的に施工における品質管理は表-6.2.1~2 に定めるものとする。これについても道路管理者が特定の定めを設ける場合はその限りではない。同様に品質管理の頻度においても道路管理者が指定する場合や協議の上変更する場合もある。

(2) について

品質管理が不十分であると走行性を失い十分に機能を発揮できないばかりか、変状をもたらす原因となる。また、段差の発生などで早期に破損を引き起こすこともあり寿命にも大きく影響するので十分注意が必要である。

1) 品質管理上の留意点

先付け時の型枠ならびに後付け時の道路カッター切断においては直線性を確保すると共に、特に指定のない場合は、1 施工毎において、どの位置でも均一な値となるように管理する。

人力取壊し時においては浮き部を取り除くものとし、取り壊し出来形において、特に指定が無い場合は、断面がすり鉢状にならないように注意しなければならない。

伸縮装置の据付けに関し、直線性に留意すると共に床版遊間が伸縮装置の許容遊間内に収めなければならない。

据付高さにおいては、路面高さの差が大きくなるほど走行性に悪影響を与えるほか、伸縮装置そのものに直接衝撃を与えかねない。直接衝撃が加わると伸縮装置への損傷が早期に現れ短期寿命を招きかねない。また、横断勾配において変化点がある場合もあるので注意すること。除雪対策用誘導板においては表面の仕上げ高さと同ーとするが、機能が損なわれないよう、過度に低く、また、高くないように適切に管理しなければならない。

後打ち材の仕上げは伸縮装置との高さは勿論のこと後打ち材表面が均一で平坦に仕上げなければならない。直定規などを用いて管理し、仕上げに際し路面高さと伸縮装置高さが一定であること。また、後打ち表面に凹凸があると走行性に影響が出るほか滞水箇所ができる恐れもあるので注意すること。

後打ち材の養生は適切な方法をとるほか、暑中・寒中時においては所定の養生方法をとること、樹脂バインダー材および特殊(弾性)合材等も同様である。

おもな品質管理項目一覧

表-6.2.1 一般的な伸縮装置における品質管理項目

管理項目	管理方法	頻度	備考
延長	延長の測定	1回/施工毎	
幅	幅の測定	1回/施工毎	
箱抜き深さ	深さの測定	1回/施工毎	
据付高さ	舗装との高さの差を測定	1回/施工毎	
副資材の数量・配置	全数量と位置確認・測定	1回/施工毎	鉄筋やアンカー類
後打ち材の特性値	スランプ試験、圧縮強度試験等	所定条件	承諾を得た所定条件における数値
完成高さ	後打ち材との高さの差を測定	1回/施工毎	

表-6.2.2 埋設型伸縮装置における品質管理項目

管理項目	管理方法	頻度	備考
延長	延長の測定	1回/施工毎	
幅	幅の測定	1回/施工毎	
箱抜き深さ	深さの測定	1回/施工毎	
副資材の数量・配置	全数量と位置確認・測定	1回/施工毎	鉄筋やアンカー類
特殊合材の特性値	熔融温度測定等	所定条件	各メーカー規格値

※深さおよび各高さの測定は、1幅員（1施工単位）において両端および中央の3箇所程度とする。

※管理値においては道路管理者で定めているのでそれに従うことを標準とする。

※道路管理者との打ち合わせでヒストグラム等を作成する場合がある。

その他、品質管理に指定がある場合はその定めによる。

7 点検

7.1 点検

- (1) 伸縮装置を安全かつ長期的に良好な状態で維持管理することは第三者被害を未然に防止できるほか、関連する構造物の健全性維持に欠かせないものである。
- (2) 点検は大きく分けて日常点検、定期点検、臨時（詳細、緊急ともいう）点検に分類される。
- (3) 点検結果により健全度の評価、診断ができる。

(1) について

伸縮装置の点検は日常点検・定期点検・臨時（詳細、緊急）点検に分かれ行われる。点検は各道路管理者の点検計画に基づくことを原則とする。

点検の実施により伸縮装置の健全度が判るほか、もし異常や変状が点検により見つけられた場合には、早期に臨時点検や詳細点検を実施し、伸縮装置の維持補修において速やかに計画や補修に役立てることができ、これにより第三者被害も最小限にできることが利点である。総合的に言えば致命的なリスクの回避、また、伸縮装置ほか橋梁部材の健全性を低コストで維持することが可能となる。

(2) について

点検の分類は以下とする

日常点検・・・車上目視・車上感覚（乗り心地、異音）・遠方目視を必要に応じて行う。

定期点検・・・国土交通省の点検マニュアル等に準じ1回／5年程度毎で行う。

近接目視を基本とし打音、触診、漏水、異音、変状（ひび割れ、剥離、浮き、すり減り、段差、遊間異常、その他機能不全等）を確認する。

臨時点検・・・日常点検および定期点検で異常報告されたものを対象に行う。

(3) について

1) 点検項目は伸縮装置の区分により決定し実施する。

日常点検は上述の通りだが、異音については走行速度に応じて発生する場合と発生しない場合もあるのでこれに留意する。

定期点検については別途 表-7.1.1~2 点検一覧表 によるものとする。

臨時点検は点検結果に基づいて、重大な損傷または将来それに移行するおそれがあるときに必要に応じて行う。また、点検する伸縮装置によっては損傷部位やそれを見つけるポイントが必ずしも同じとは限らないので、構造を把握し特徴を掴んでおくがよい。

2) 点検の記録

各道路管理者の点検様式に準ずるが、普段の日常点検で異常がある場合、些細なことでも大きな変状に至るケースもあるので記録しておくのがよい。

例えば、〇〇部を車輪が踏んだ時のみ異音が発生する等。

伸縮装置は下部構造に合わせ、起点側から呼称を設けるのが一般的である、しかしながら、ゲルバー橋のように下部構造と伸縮装置位置が異なる場合は EJ-1、EJ-2…とするのがよい。点検については推奨される点検道具、記録道具、方法が明示されている場合があるのでそれに準じた方式で行うことが望ましい。

表-7.1.1 点検一覧表①

区分	変状種類	変状ポイント	進行予測
埋設型	特殊合材（舗装）のひび割れ	有害なひび割れ	ひび割れ幅・長さの拡大
	特殊合材と舗装の剥離	有害なえる隙間、滞水	剥離幅・深さ・長さの増
	特殊合材の轍掘れ（偏流動）	有害な流動	特殊合材の破壊
	ポットホール	有害な穴	ポットホール部の拡大
	特殊合材のすり減り	路面高より下がる	くぼみの拡大
	漏水	桁下より漏水（痕）確認	漏水の拡大
	段差	沈下等による段差	段差の発生と拡大
突合せ型	止水ゴムの脱落、ねじれ、剥離	シールゴムの各種変状	漏水の拡大
	後打ち材のひび割れ・欠損	有害なひび割れ	後打ち材破壊
	後打ち材の浮き	車両通行時ゴトゴトという音	後打ち材破壊
	舗装と後打ち材の隙間	舗装轍および橋台部の沈降	後打ち材破壊
	段差	舗装の轍掘れ・流動	後打ち材損傷
	漏水	桁下より漏水（痕）確認	漏水の拡大
	異音	通過時の異音	本体・後打ち材破壊
荷重支持型 ゴムジョイント類	止水材の脱落、ねじれ、剥離	有害な変状	漏水の拡大
	後打ち材のひび割れ・欠損	有害なひび割れ、部分欠損	ひび割れ幅・長さの拡大
	後打ち材の浮き	車両通過時にゴトゴトという音	後打ち材破壊
	舗装と後打ち材の隙間	舗装轍および橋台部の沈降	後打ち材破壊
	本体欠損（除雪によるもの）	削ぎおとし、亀裂	本体損傷
	本体欠損（ゴム、荷重支持板欠損）	ゴム脱落、欠損部により段差	騒音の発生、破損進展
	本体欠損（爪折れ）	亀裂、切断。	パンク、破損進展
	本体欠損	定尺単位で欠損	走行不全
	遊間異常	歯型接触、歯型分離	変応力による機能不全
	段差	舗装の轍掘れ・流動	後打ち材損傷
	段差	フェイスプレートの段差	亀裂・折れ
	漏水	桁下より漏水（痕）確認	漏水の拡大
	腐食	全面の錆、断面欠損を生じている	腐食、孔食や爪折れの拡大
	異音	通過時の異音	本体・後打ち材破壊

※上記は単体での変状発生もあるが、複合的に発生する場合もあるので注意する。

表-7.1.2 点検一覧表②

区分	変状種類	変状ポイント	進行予測
荷重支持型 鋼製フィンガー ジョイント	シール材の脱落、ねじれ、剥離	有害な変状	漏水の拡大
	後打ち材のひび割れ・欠損	有害なひび割れ、部分欠損	ひび割れ幅・長さの拡大
	後打ち材の浮き	車両通過時にゴトゴトという音	後打ち材剥離・破壊
	舗装と後打ち材の隙間	舗装轍および橋台部の沈降	後打ち材剥離・破壊
	本体欠損（除雪によるもの）	削ぎおとし、亀裂	本体損傷
	本体欠損（ゴム、荷重支持板欠損）	ゴム脱落、欠損部により段差	騒音の発生、破損進展
	本体欠損（爪折れ）	亀裂、切断。	パンク、破損進展
	本体欠損	定尺単位で欠損	走行不全
	遊間異常	歯型接触、歯型分離	変応力による機能不全
	段差	舗装の轍掘れ・流動	後打ち材損傷
	段差	フェイスプレートの段差	亀裂・折れ
	漏水	桁下より漏水（痕）確認	漏水の拡大
	腐食	全面の錆、断面欠損を生じている	腐食、孔食や爪折れの拡大
異音	通過時の異音	本体・後打ち材破壊	
モジュラー形式 ビーム式	後打ち材のひび割れ・欠損	有害なひび割れ、部分欠損	ひび割れ幅・長さの拡大
	後打ち材の浮き	車両通過時にゴトゴトという音	後打ち材破壊
	異常な振動	特定のビームに振動	荷重支持機構損傷拡大
	異常な段差	特定のビームに段差	荷重支持機構損傷拡大
	異常な遊間	特定のセルのみ遊間変則	ベアリング部損傷拡大
	異音（金属音）	車両通過時に発生	荷重支持機構損傷拡大
	ビームの破断	路面に突出	機能不全
	ビームの腐食	著しい錆が見受けられる	腐食の進行・破断
	セル部にゴミ・土砂の堆積	ゴミや土砂が詰まっている	シールゴム損傷 他
	漏水	セルからの漏水	漏水の拡大
部品の落下	部品欠損	機能不全	

※ 上記は単体での変状発生もあるが、複合的に発生する場合もあるので注意する。

3) 損傷事例



橋台漏水痕
(下部より)



段差
(フィンガージョイント)



橋脚漏水痕
(下部より)



段差
(フィンガージョイント)



止水材なし
(フィンガージョイント
ウェブ内部)



亀裂
(フィンガージョイント)



後打ちコンクリートの
損傷
(フィンガージョイント)



亀裂・爪折れ
(フィンガージョイント)



下フランジの錆と
断面欠損
(フィンガージョイント)



フェイスプレートの錆
・断面欠損
(フィンガージョイント)



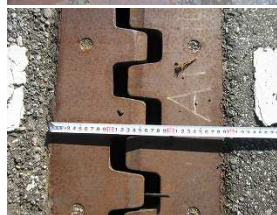
桶の損傷・脱落
(フィンガージョイント)



フェイスプレートの錆
・断面欠損
(スライトジョイント)



段差
(フィンガージョイント)



フェイスプレートの錆
(フィンガージョイント)



フェイスプレートの錆
(スライトジョイント)



ビーム式のゴム断裂



異常遊間
歯型接触
(フィンガージョイント)



ジョイント近傍
の舗装割れ
バインダーの擦り減り
(埋設ジョイント)



異常遊間
歯型接触
(フィンガージョイント)



埋設ジョイント
のダレ・流動
轍掘れ
(埋設ジョイント)



異常遊間
歯型広離
(フィンガージョイント)



舗装と特殊合材
との剥離
(埋設ジョイント)



異常遊間
歯型広離
(フィンガージョイント)



特殊合材のひび割れ
(埋設ジョイント)



土砂づまり
(フィンガージョイント)



目地ジョイント部の
目地材の落ち込み



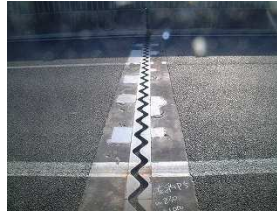
モジュラー形式
伸縮装置の損傷
ビームの曲り



目地ジョイント部
コンクリートの割れ



シーリング材の割れ
亀裂



後打ち材の
部分補修痕



ゴムの剥離



後打ち材の
合材による部分補修
痕



異音 (○部)
車両通過時に異音



後打ち材の浮き
(手前側)



荷重支持板の欠損



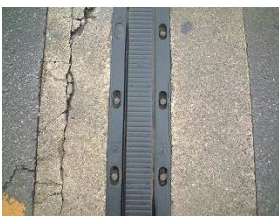
止水ゴムの脱落



後打ち材のひび割れ



止水ゴムの剥離



後打ち材のひび割れ



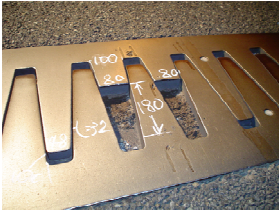
止水ゴムの剥離
鋼板表面の錆・変形



後打ち材の損傷



止水材の脱落



爪折れ



部分欠損
(ゴム)



表面ゴムの擦り減り



止水シール材の
路面へのはみ出し



表面ゴムの切れ



切れ
(地覆シール)



表面ゴムの剥離



切れ
(地覆シール)



表面ゴムの擦り減り



脱落
(地覆シール)



部分欠損
(定尺)



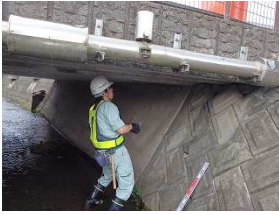
経年劣化
変色・割れ・硬化
(地覆シール)



部分欠損
(半車線)



止水処理無し
(地覆シール)



点検状況
(下部より目視)



掛け違い部
支承周り拡大
桁端



桁下
(鋼橋)
添架管に注意



漏水と塩害による
桁および支承の錆
(耐候性鋼板桁)



桁下
(コンクリート橋)
添架管に注意



杓座モルタルの割れ



支承の錆



支承の錆



掛け違い部
(漏水痕)

7. 2 判定

調査の結果、損傷度の判定は以下表-7.2.1~2によるものとする。

表-7.2.1 損傷判定表 ①

損傷度	調査結果および状態	点検間隔
S	<p>緊急に補修対象</p> <p>共通</p> <p>下記Aに属さない甚大な損傷、および複合的損傷 伸縮装置大規模欠損（耐力不足や震災などの災害によるもの） 通行に支障をきたし、円滑な通行が不可能な場合</p>	即交換
A	<p>至急に補修対象</p> <p>フィンガージョイントおよびモジュラー形式（ビーム式）の場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フェイスプレート破損・欠損その他多大な損傷（腐食・亀裂・断面欠損） ・フェイスプレートとウェブプレートの剥離。溶接割れ。 ・歯型部変形・接触変形・そり・欠損・フェイスプレート間大きい段差、ビーム破断 ・異常金属音・止水材脱落・損傷による漏水 ・固定ボルトの弛み・定着不良（欠損） ・各溶接部の亀裂・破断 <p>ゴム製・鋼製伸縮装置の場合（製品化伸縮装置等）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ゴム板等本体の欠損・破損・大きな変形 ・アンカーボルト及びナットが腐食、定着不良（欠損） ・荷重支持板が欠損 ・上記ゴム板のバタつき（荷重支持板含む）及びそれによる騒音 ・爪折れ、本体の欠損 ・著しい漏水が認められる <p>埋設型伸縮装置の場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特殊（弾性）合材部の欠損・大きな轍流動による機能不全 車両などを阻害するくぼみ、段差、盛り上がり <p>共通</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート等、後打ち材の大きな割れ・浮き・欠損・沈下 ・前後舗装部の陥没、大きなポットホール 	早期に交換が望ましい

表-7.2.2 損傷判定表 ②

<p>B</p>	<p>補修計画対象または補修対象</p> <p>フィンガージョイントの場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フェイスプレートの磨耗によるすり減りおよび部分的な錆 ・爪部およびビーム間小さい段差、両爪接触、遊間異常 ・遊間部に止水材・樋がないことによる漏水 ・樋の脱落 ・前後舗装の段差 <p>ゴム製・鋼製伸縮装置の場合(製品化伸縮装置等)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本体に変形損傷および若干の漏水が認められる。 ・アンカーボルト・ナットの腐食 ・伸縮装置本体内部または本体止水機構に止水材がないことによる漏水 ・ゴムの変形・ひび割れ <p>埋設型の場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特殊(弾性)合材の有害なひび割れ・舗装面との剥離 <p>共通</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート等後打ち材にひび割れ ・コンクリート等後打ち材の磨耗、舗装との段差 10mm以下 ・地覆シールの損傷一般 	<p>入念な経過観察が必要</p>
<p>C</p>	<p>経過観察</p> <ul style="list-style-type: none"> ・伸縮装置本体とコンクリートもしくは舗装の間に隙間(段差)発生 ・若干の騒音 ・若干の腐食 ・コンクリート等後打ち材に微細なひび割れ 沈下ひび割れではない物 ・特殊(弾性)合材のひび割れ・舗装面との剥離 ・補修直後異常が認められたもの 	<p>経過観察が必要</p>
<p>D</p>	<p>定期点検</p> <p>上記問題が認められないもの。また、補修が終了しているもの 点検において健全度が高いもの</p>	<p>通常</p>

※ 基本的に部分補修を行っても、根本的な解決に至ることが少ない為、止水や機能的観点から全取替えを基本とする。

7. 3 部分補修

基本的にセパレート方式で部分取替えが可能でかつ支障がないものは部分取替えとする。例えば、ビーム式ジョイントのシールゴム交換やゴムジョイントのボルト等で固定されているゴムジョイント本体部等交換をいう。埋設型伸縮装置の場合、特殊（弾性）合材の部分補修が可能な場合をいう。

しかし、その他一般の伸縮装置は全体取替えを基本とする。これは損傷や破損に際し、変応力が作用していることもあり、かつ、連続止水の観点から部分損傷箇所と健全箇所の機能連続性は困難で、部分的に健全と思われる箇所を残存させても、いずれその場所が早期に損傷や破損を引き起こす可能性が高いことが挙げられるためである。

(1) モジュラー形式ジョイントのシールゴム交換

シールゴムの取替え



図-7.3.1 補修状況

取替え手順

- ①伸縮装置 路面施工部清掃
 - ・シールゴム内の土砂等の清掃
 - ・伸縮装置路面部の全体清掃
 - ②既設シールゴム取外し
 - ・路面上よりシールゴムの取外し
 - ③シールゴム取付部清掃
 - ・シールゴム挿入部の形鋼内部を清掃
 - ④新規シールゴム挿入施工
 - ・治具を用いて、路面上より新規シールゴムの挿入組込み
- <以下車線規制を伴う2分割の場合>
- ⑤車線規制の切替
 - ・片側車線の取替え工事完了後、車線規制を反対車線に切替える。
 - ⑥切替車線側の施工
 - ・切替え完了後、残り車線の取替えを1～4の工程で実施

(2) ゴム+鋼製形式（ボルト固定方式）のゴムジョイント交換

ゴムジョイントの経年劣化等によるものをゴムジョイント本体更新する場合



図-7.3.2 補修状況



図-7.3.3 補修状況



図-7.3.4 補修状況

取替え手順

- ①既設ゴムジョイントの表層ゴム取り外し
 - ・電動工具を用いてボルトをはずし、表層ゴムを取り外す。
- ②受け台撤去
 - ・表層ゴムを支持している専用受け台と荷重支持板を撤去。
- ③清掃
 - ・外して部分を清掃。
- ④新受け台設置
 - ・専用の受け台を設置し、荷重支持板を敷設。
- ⑤シール処理
 - ・シール処理を新規に施す。
- ⑥新表層ゴムの設置
 - ・電動工具を用いてボルトを締める。
- ⑦シール材充填
 - ・専用のボルト穴充填材を注入する。

(3) ゴム製伸縮装置（ボルトナット固定方式 鋼板内蔵型）のゴムジョイント交換



図-7.3.5 補修状況



図-7.3.6 補修状況



図-7.3.7 補修状況

取替え工程

- ①路面上より既設伸縮装置の撤去
 - ・アンカーキャップ、取付ナットの取り外し
 - ・既設伸縮装置本体の取り外し
 - ②箱抜き内の清掃
 - ・付着したシーラント、汚れ等の撤去
 - ③新規シーラント塗布
 - ・箱抜き内にシーラントを塗布
 - ④新規伸縮装置の設置
 - ・設置幅に合わせて新規伸縮装置本体の幅調整
 - ・新規伸縮装置本体の据え付け
 - ・ナット締結、アンカーキャップの設置
- <規制を伴い車線規制が必要な場合は以下を追加とする>
- ⑤車線規制の切替
 - ・片側車線の取替え工事完了後、車線規制を反対車線に切替える。
 - ⑥切替車線側の施工
 - ・切替え完了後、残り車線の取替えを1～4の工程で実施

(4) 埋設型伸縮装置の特殊合材の打替え



図-7.3.8 補修状況

1) 舗装修繕時の表層打ち換え工(可能な埋設型伸縮装置の場合)

- ①舗装・表層弾性舗装材の切削
 - ・舗装と弾性舗装を同時に連続して切削
 - ②舗装のオーバーレイ
 - ・伸縮装置の上面も舗装を連続で舗設する
 - ③伸縮装置幅で舗装を撤去
 - ・伸縮装置上面の舗装を撤去する
 - ④弾性舗装材の舗設
 - ・撤去部分に弾性舗装材を充填する
- ※表層弾性舗装材のみの打ち替えも可能です。

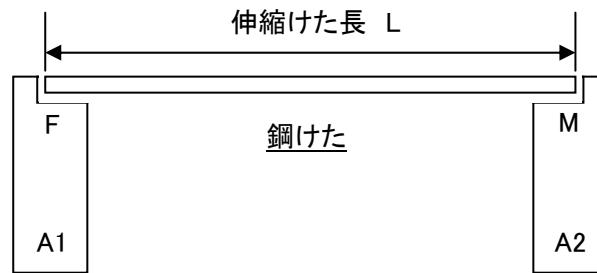
2) 肌別れ補修工(走行に有害ではない肌別れの場合)

- ①肌別れ部にクラック注入材を充填する

8. 伸縮量の選定計算例

8.1 新設・簡易式

8.1.1 鋼橋、単純けたの場合（新設・簡易式）



F: 固定支承(Fix)

M: 可動支承(Move)

鋼橋、単純けたの場合

与えられた条件

橋種	鋼橋（上路橋）
伸縮けた長	60m
けた（床版）の標準遊間	100mm
レベル1地震時の変位量	±0mm（橋台が支持）

1) 常時設計伸縮量の計算

A1 橋台：固定支承なので 0mm

A2 橋台：①温度変化：表-4.3.2.2 伸縮量簡易算定式より、 $0.6L = 0.6 \times 60 = 36\text{mm}$

②乾燥収縮：鋼橋なので 0mm、

③クリープ：鋼橋なので 0mm

したがって、A2 橋台の基本伸縮量 = ① + ② + ③ = 36mm余裕量 = 基本伸縮量 \times 20%、ただし、最小 10mm より

A1 橋台の余裕量 = 10mm

A2 橋台の余裕量 = 基本伸縮量 \times 20% = $36 \times 0.2 = 7.2\text{mm} \rightarrow 10\text{mm}$ 以上の結果、A1 橋台の常時設計伸縮量 = 基本伸縮量 + 余裕量 = 0mm + 10mm = 10mmA2 橋台の常時設計伸縮量 = 基本伸縮量 + 余裕量 = 36mm + 10mm = 46mm

2) 地震時移動量の計算

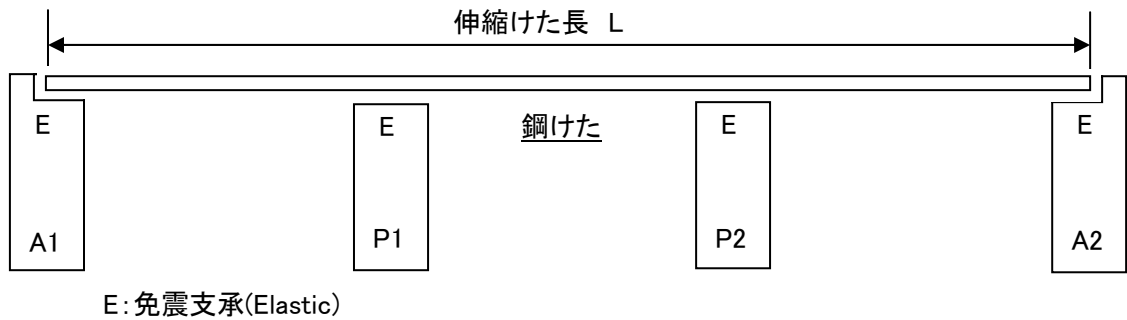
橋台が支持する上部工のレベル1地震時移動量は零とみなしてよいので、地震時移動量は考慮しない。

3) 伸縮装置の選定

上記により、常時設計伸縮量より、

A1 橋台は、常時許容伸縮量 10mm 以上、かつ、適応遊間 100mm 以上、A2 橋台は、常時許容伸縮量 46mm 以上、かつ、適応遊間 100mm 以上の伸縮装置を選定する。

8. 1. 2 鋼橋、3径間連続けたの場合（新設・簡易式）



鋼橋、3径間連続けたの場合

与えられた条件

橋種	鋼橋（上路橋）
伸縮けた長	140.6m
けた（床版）の標準遊間	200mm
レベル1地震時の変位量	±44.2mm（構造解析より）
地震時の余裕量	±15mm

1) 常時設計伸縮量の計算

①温度変化：本計算例の設計条件として左右均等に伸縮すると考え、桁長の半分を伸縮桁長とする。

表-4.3.2.2 伸縮量簡易算定式より、 $0.6L = 0.6 \times 140.6 / 2 = 42.18\text{mm}$

②乾燥収縮：鋼橋なので0mm

③クリープ：鋼橋なので0mm

したがって、基本伸縮量 = ① + ② + ③ = 42.18mm

余裕量 = 基本伸縮量 × 20%、ただし、最小10mmより

基本伸縮量 × 20% = $42.18 \times 0.2 = 8.44\text{mm}$ 。 → 余裕量 = 10mm

以上の結果、常時設計伸縮量は

常時設計伸縮量 = 基本伸縮量 + 余裕量 = 42.18mm + 10mm = 52.18mm ≒ 53mm

2) 地震時伸縮量の計算

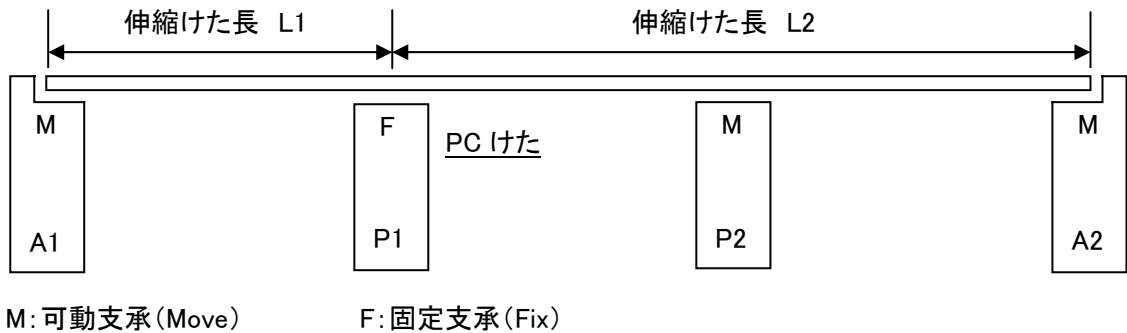
A1 橋台、A2 橋台：【橋軸方向】 ±44.2mm + 【余裕量】 ±15mm = ±59.2mm ≒ ±60mm（120mm）

3) 伸縮装置の選定

上記より、A1 橋台、A2 橋台ともに地震時伸縮量の方が大きいことに注意し、

常時許容伸縮量 53mm 以上、かつ、レベル1 許容伸縮量 ±60mm（120mm）以上、更に、適応遊間 200mm 以上 の伸縮装置を選定する。

8. 1. 3 PCけた、3径間連続けたの場合（新設・簡易式）



PC けた、3径間連続けたの場合

与えられた条件

橋種	PC 橋（コンクリート材令6ヶ月）
伸縮けた長	L1=30m、 L2=60m
けた（床版）の標準遊間	120mm
レベル1地震時の変位量	±6mm（構造解析より）
地震時の余裕量	±15mm

1) 常時設計伸縮量の計算

①温度変化： 表-4.3.2.2 伸縮量簡易算定式より、

A1 橋台 $0.4 L1=0.4 \times 30=12\text{mm}$ 、A2 橋台 $0.4 L2=0.4 \times 60=24\text{mm}$

②乾燥収縮： 表-4.3.2.2 伸縮量簡易算定式より、

A1 橋台 $0.2 L1 \beta=0.2 \times 30 \times 0.3=1.8\text{mm}$ 、A2 橋台 $0.2 L2 \beta=0.2 \times 60 \times 0.3=3.6\text{mm}$

③クリープ： 表-4.3.2.2 伸縮量簡易算定式より、

A1 橋台 $0.4 L1 \beta=0.4 \times 30 \times 0.3=3.6\text{mm}$ 、A2 橋台 $0.4 L2 \beta=0.4 \times 60 \times 0.3=7.2\text{mm}$ したがって、基本伸縮量=①+②+③=17.4mm (A1 橋台)、34.8mm (A2 橋台)

余裕量=基本伸縮量×20%、ただし、最小10mmより

基本伸縮量×20%=17.4×0.2=3.48mm (A1 橋台)、34.8×0.2=6.96mm (A2 橋台)

→余裕量=10mm (両橋台)

以上の結果、

A1 橋台の常時設計伸縮量=基本伸縮量+余裕量=17.4mm+10mm=27.4mm≒28mmA2 橋台の常時設計伸縮量=基本伸縮量+余裕量=34.8mm+10mm=44.8mm≒45mm

2) 地震時伸縮量の計算

A1 橋台、A2 橋台：【橋軸方向】 $\pm 6\text{mm}$ + 【余裕量】 $\pm 15\text{mm} = \pm 21\text{mm}$ (42mm)

3) 伸縮装置の選定

上記より、

A1 橋台は地震時移動量の方が大きいことに注意し、

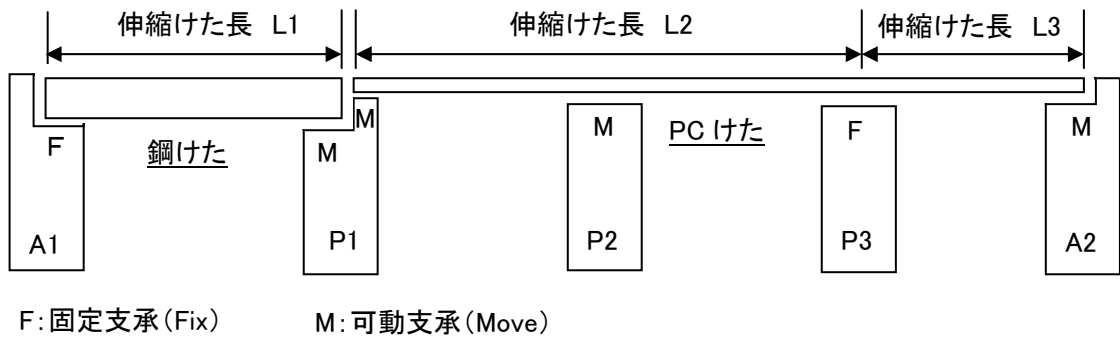
常時許容伸縮量 28mm 以上、レベル 1 許容伸縮量 $\pm 21\text{mm}$ (42mm) 以上、更に、適応遊間 120mm 以上、

A2 橋台は常時設計伸縮量の方が大きいことを確認し、

常時許容伸縮量 45mm 以上、レベル 1 許容伸縮量 $\pm 21\text{mm}$ (42mm) 以上、更に、適応遊間 120mm 以上、

の伸縮装置を選定する。

8.1.4 鋼単純けた+PC3径間連続けたの場合（新設・簡易式）



鋼単純けた+PC3径間連続けたの場合

与えられた条件

橋種	鋼単純けた+3径間連続PC（コンクリート材令6ヶ月）
伸縮けた長	L1=46m、 L2=50m、 L3=25m
けた（床版）の標準遊間	A1橋台：100mm、 P1橋脚：200mm、 A2橋台：150mm
レベル1地震時の変位量	A1（単純けた部）：±0mm（橋台が支持より） P1（P2側、P3の変位が影響）：±15mm（構造解析より） A2（P3側、P3の変位が影響）：±15mm（構造解析より）
地震時の余裕量	±15mm

1) 常時伸縮量の計算

①温度変化

A1橋台：固定支承なので0mm

表-4.3.2.2 伸縮量簡易算定式より、

P1橋脚の単純けた部： $0.6 L1 = 0.6 \times 46 = 28\text{mm}$

P1橋脚の連続けた部： $0.4 L2 = 0.4 \times 50 = 20\text{mm}$

したがって、P1橋脚の温度変化による伸縮量は $28\text{mm} + 20\text{mm} = 48\text{mm}$

A2橋台： $0.4 L3 = 0.4 \times 25 = 10\text{mm}$

②乾燥収縮

表-4.3.2.2 伸縮量簡易算定式より、

P1橋脚： $0.2 L2 \beta = 0.2 \times 50 \times 0.3 = 3.0\text{mm}$ 、A2橋台 $0.2 L3 \beta = 0.2 \times 25 \times 0.3 = 1.5\text{mm}$

③クリープ

表-4.3.2.2 伸縮量簡易算定式より、

P1橋脚： $0.4 L2 \beta = 0.4 \times 50 \times 0.3 = 6.0\text{mm}$ 、A2橋台 $0.4 L3 \beta = 0.4 \times 25 \times 0.3 = 3.0\text{mm}$

したがって、

A1橋台の基本伸縮量=0mm

P1橋脚の基本伸縮量=①+②+③=48mm+3mm+6mm=57mm

$$\underline{A2 \text{ 橋台の基本伸縮量} = \textcircled{1} + \textcircled{2} + \textcircled{3} = 10\text{mm} + 1.5\text{mm} + 3\text{mm} = 14.5\text{mm} \div 15\text{mm}}$$

余裕量 = 基本伸縮量 × 20%、ただし、最小 10mm より

$$\underline{A1 \text{ 橋台の余裕量} = 10\text{mm}}$$

$$\underline{P1 \text{ 橋脚の余裕量} = 57\text{mm} \times 0.2 = 11.4\text{mm} \div 12\text{mm}}$$

$$\underline{A2 \text{ 橋台の余裕量} = 14.5 \times 0.2 = 2.9\text{mm} \rightarrow 10\text{mm}}$$

以上の結果、常時設計伸縮量は

常時設計伸縮量 = 基本伸縮量 + 余裕量より

$$\underline{A1 \text{ 橋台の設計伸縮量} = 0\text{mm} + 10\text{mm} = 10\text{mm}}$$

$$\underline{P1 \text{ 橋脚の設計伸縮量} = 57\text{mm} + 12\text{mm} = 69\text{mm}}$$

$$\underline{A2 \text{ 橋台の設計伸縮量} = 15\text{mm} + 10\text{mm} = 25\text{mm}}$$

2) 地震時伸縮量の計算

A1 橋台：【橋軸方向】 ±0mm （橋台が支持）

P1 橋脚、A2 橋台：【橋軸方向】 ±15mm + 【余裕量】 ±15mm = ±30mm（60mm）

3) 伸縮装置の選定

上記より、

A1 橋台は常時設計伸縮量の方が大きいことを確認し、常時許容伸縮量 10mm 以上、かつ、適応遊間 100mm 以上、

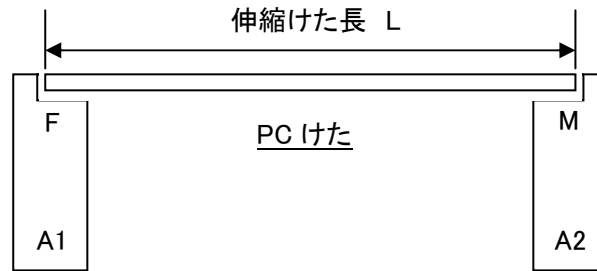
P1 橋脚は常時設計伸縮量の方が大きいことを確認し、常時許容伸縮量 69mm 以上、レベル 1 許容伸縮量 ±30mm（60mm）以上、更に、適応遊間 200mm 以上、

A2 橋台は地震時移動量の方が大きいことに注意し、常時許容伸縮量 25mm 以上、レベル 1 許容伸縮量 ±30mm（60mm）以上、更に、適応遊間 150mm 以上

の伸縮装置を選定する。

8.2 新設・標準計算

8.2.1 PC橋、単純けたの場合（新設・支承設計移動量より）



F: 固定支承(Fix)

M: 可動支承(Move)

鋼橋、単純けたの場合

与えられた条件

橋種	PC 橋 ポストテンション単純 T 桁橋
伸縮けた長	30 m
けた高さ	1800mm
けた（床版）の標準遊間	100 mm
レベル 1 地震時の変位量	±0mm（橋台が支持）
コンクリート材齢 （伸縮装置設置時期）	3ヶ月（90日）
プレストレス直後の PC 鋼材に作用する引張力	5200×10^3 N
コンクリートの断面積	0.855×10^6 mm ²
コンクリートの設計基準強度	40 N/mm ²
コンクリートの種類	普通ポルトランドセメント

1) 常時伸縮量の計算

①温度変化：

表-4.3.2.1 伸縮量算定に用いる温度変化の範囲より、
 温度変化は $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ （普通の地方）より、温度変化の範囲 40°C 。
 線膨張係数は 10×10^{-6} なので、温度変化による伸縮量は式-4.3.2.1より計算される。
 温度変化による伸縮量 $\Delta L_t = \text{温度範囲} \times \text{線膨張係数} \times \text{伸縮桁長}$
 $= 40 \times 10 \times 10^{-6} \times 30000\text{mm} = 12\text{mm}$

②乾燥収縮：

道路橋示方書Ⅲ編 4.3.2(表 4.2.5)より、コンクリート材齢 90 日として、
 乾燥収縮度 ϵ_{cs} は 16×10^{-5}
 式-4.3.2.2より、乾燥収縮による移動量 $\Delta L_s = \epsilon_{cs} \times L = 16 \times 10^{-5} \times 30000\text{mm} = 4.8\text{mm}$

③クリープ：

プレストレッシング直後のPC鋼材に作用する引張力 P_t は 5200×10^3 N
 道路橋示方書Ⅲ編 4.3.3(表 4.2.3)より、コンクリートの設計基準強度 40N/mm^2 として、
 ヤング係数 E_c は 3.10×10^4 N/mm²とする。
 コンクリート断面 A_c は 0.855×10^6 mm²
 道路橋示方書Ⅲ編 4.2.3(表 4.2.4)より、普通ポルトランドセメントのコンクリート材齢
 90日より、クリープ係数 ϕ は1.9
 式-4.3.2.3より、クリープによる移動量は、

$$\Delta L_c = P_t / (E_c \times A_c) \times \phi \times L$$

$$= 5200 \times 10^3 / (3.10 \times 10^4 \times 0.855 \times 10^6) \times 1.9 \times 30000 = 11.2\text{mm}$$

④プレストレスによる弾性変形による移動量：

伸縮装置は、プレストレスによる弾性変形後に設置するため考慮しない

⑤活荷重たわみによる移動量：

※活荷重によって生じる桁たわみによる移動量は、構造解析によって求めた値を使用することを基本とするが、本計算例では道路橋支承便覧を参考として算出した。

単純桁の計算式(道路橋支承便覧から引用)より可動支承側の移動量は、
 活荷重による移動量 $\Delta L_r = h_1 \times \theta_1 + h_2 \times \theta_2$

ここに、

h_1, h_2 ：桁の中心から弾性支承中心までの距離。通常は桁高さの2/3とする。

桁高さ $1800\text{mm} \times (2/3)$ より、 1200mm

θ_1, θ_2 ：支点部の回転角で(道路橋支承便覧から引用)より1/300とする。

以上より、

$$\Delta L_r = 1200 \times (1/300) + 1200 \times (1/300) = 8.0\text{mm}$$

したがって、

A1 橋台(固定側)の基本伸縮量=0mm

A2 橋台(可動側)の基本伸縮量=①+②+③+⑤=28mm

⑥余裕量

施工時の余裕量は 10mm とする。

したがって、A1 橋台の設計伸縮量=基本伸縮量+余裕量=0mm+10mm=10mm

A2 橋台の設計伸縮量=基本伸縮量+余裕量=28mm+10mm=38mm

2) 地震時伸縮量の計算

橋台が支持する上部工の地震時相対変位は零とみなしてよいので、地震時移動量は考慮しない。

3) 伸縮装置の選定

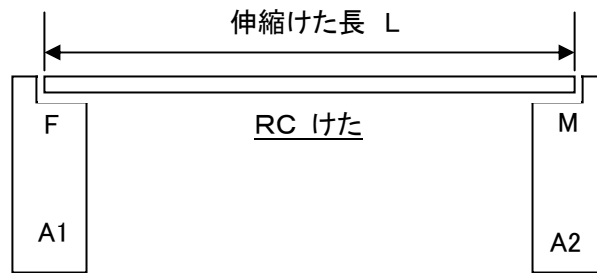
以上の結果、常時設計伸縮量より、

A1 橋台は、常時許容伸縮量 10mm 以上、かつ、適応遊間 100mm 以上、

A2 橋台は、常時許容伸縮量 38mm 以上、かつ、適応遊間 100mm 以上の伸縮装置を選定する。

8.3 補修・簡易式使用

8.3.1 RC橋、単純けたの場合（補修・簡易式）



F: 固定支承(Fix)

M: 可動支承(Move)

RC橋、単純けたの場合

与えられた条件

橋種	RC橋（コンクリート材令20年）
伸縮けた長	30m
けた（床版）の標準遊間	100mm

補修では、地震時に関する要素が除かれる場合が多い。

1) 常時設計伸縮量の計算

A1 橋台：固定支承なので 0mm

A2 橋台：

① 温度変化：表-4.3.2.2 伸縮量簡易算定式より、 $0.4L=0.4 \times 30=12\text{mm}$

② 乾燥収縮：表-4.3.2.2 伸縮量簡易算定式より、

 $0.2L_{\beta}=0.2 \times 30 \times 0=0\text{mm}$ （コンクリート材令20年より、 $\beta=0$ と想定）

③ クリープ：RC橋なので 0mm

したがって、A2 橋台の基本伸縮量=①+②+③=12mm

余裕量=基本伸縮量×20%、ただし、最小10mmより

A1 橋台の余裕量=10mm

A2 橋台の余裕量=基本伸縮量×20%=12×0.2=2.4mm→10mm

したがって、

A1 橋台の常時設計伸縮量=基本伸縮量+余裕量=0mm+10mm=10mmA2 橋台の常時設計伸縮量=基本伸縮量+余裕量=12mm+10mm=22mm

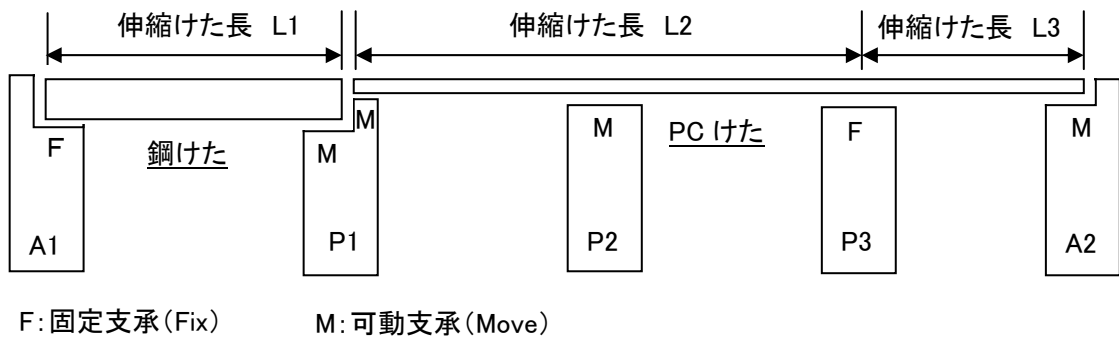
2) 伸縮装置の選定

以上の結果、

A1 橋台は、常時許容伸縮量 10mm 以上、かつ、適応遊間 100mm 以上、

A2 橋台は、常時許容伸縮量 22mm 以上、かつ、適応遊間 100mm 以上の伸縮装置を選定する。

8.3.2 鋼単純けた+PC3径間連続けたの場合(補修・簡易式)



鋼単純けた+PC3径間連続けたの場合

与えられた条件

橋種	鋼単純けた + 3径間連続PC (コンクリート材令20年)
伸縮けた長	L1=50m、 L2=75m、 L3=25m
けた(床版)の標準遊間	A1橋台:100mm、 P1橋脚:100mm、 A2橋台:100mm

補修では、地震時に関する要素が除かれる場合が多い。

1) 常時設計伸縮量の計算

①温度変化

A1橋台: 固定支承なので0mm

表-4.3.2.2 伸縮量簡易算定式より、

P1橋脚の単純けた部: $0.6L1 = 0.6 \times 50 = 30\text{mm}$

P1橋脚の連続けた部: $0.4L2 = 0.4 \times 75 = 30\text{mm}$

したがって、P1橋脚の温度変化による伸縮量は $30\text{mm} + 30\text{mm} = 60\text{mm}$

A2橋台: $0.4L3 = 0.4 \times 25 = 10\text{mm}$

②乾燥収縮

表-4.3.2.2 伸縮量簡易算定式より、(コンクリート材令20年より $\beta = 0$ と想定)

P1橋脚: $0.2 \cdot L2 \cdot \beta = 0.2 \times 75 \times 0 = 0\text{mm}$ 、A2橋台: $0.2 \cdot L3 \cdot \beta = 0.2 \times 25 \times 0 = 0\text{mm}$

③クリープ

表-4.3.2.2 伸縮量簡易算定式より、(コンクリート材令20年より $\beta = 0$ と想定)

P1橋脚: $0.4 \cdot L2 \cdot \beta = 0.4 \times 75 \times 0 = 0\text{mm}$ 、A2橋台: $0.4 \cdot L3 \cdot \beta = 0.4 \times 25 \times 0 = 0\text{mm}$

したがって、

A1橋台の基本伸縮量=0mm

P1橋脚の基本伸縮量=①+②+③=60mm+0mm+0mm=60mm

A2橋台の基本伸縮量=①+②+③=10mm+0mm+0mm=10mm

余裕量＝基本伸縮量×20%、ただし、最小10mmより

A1 橋台の余裕量＝10mm

P1 橋脚の余裕量＝60mm×0.2＝12mm

A2 橋台の余裕量＝10×0.2＝2mm→10mm

したがって、設計伸縮量は

設計伸縮量＝基本伸縮量＋余裕量より

A1 橋台の常時設計伸縮量＝0mm＋10mm＝10mm

P1 橋脚の常時設計伸縮量＝60mm＋12mm＝72mm

A2 橋台の常時設計伸縮量＝10mm＋10mm＝20mm

2) 伸縮装置の選定

以上の結果、

A1 橋台は、常時許容伸縮量 10mm 以上、かつ、適応遊間 100mm 以上、

P1 橋脚は常時許容伸縮量 72mm 以上、かつ、適応遊間 100mm 以上、

A2 橋台は常時許容伸縮量 20mm 以上、かつ、適応遊間 100mm 以上、

の伸縮装置を選定する。

3) 設置補正量（初圧縮量）の検討

P1 橋脚における伸縮装置設置温度 25℃の場合

伸縮装置設置時の想定するけた遊間

+15℃→+25℃の温度変化による圧縮側の挙動

P1 橋脚の PC 単純けた部： $10 \times 50m \times 12 \times 10^{-6} \times 1000mm = 6mm$

P1 橋脚の鋼連続けた部： $10 \times 75m \times 10 \times 10^{-6} \times 1000mm = 7.5mm$ 計 13.5mm

よって、想定遊間は $100mm - 13.5mm = 86.5mm$

伸縮装置設置時からの温度変化（温度変化範囲 -10℃～+40℃）

+15℃（+25℃→+40℃の温度変化）

-35℃（+25℃→-10℃の温度変化）

設置温度による挙動

+25℃→+40℃の挙動：圧縮側の挙動 $(15/50) \times 72mm = 21.6mm$

+25℃→-10℃の挙動：引張側の挙動 $(35/50) \times 72mm = 50.4mm$

使用する伸縮装置の検討

設計伸縮量 72mm を考慮して、許容伸縮量 80mm（最小遊間 60mm～最大遊間 140mm、標準遊間 100mm）のものを使用し、設置遊間を 86.5mm→丸めて 85mm とする。

初圧縮量は 15mm（100mm－85mm＝15mm）とする。

設置時からの可能圧縮量は $85mm - 60mm = 25mm > 21.6mm$ OK

設置時からの可能引張量は $140mm - 85mm = 55mm > 50.4mm$ OK

9. その他

9. 1 乾式止水材

個別に設計製作される鋼製フィンガージョイントや鋼製スライドジョイントの止水構造や排水構造の無いもの、また、排水構造を非排水化するために用いられる。従来からある弾性シール材を用いず、特殊な発泡フォームなどで形成される止水構造である。

ここでは、乾式止水材の具体例を示す。

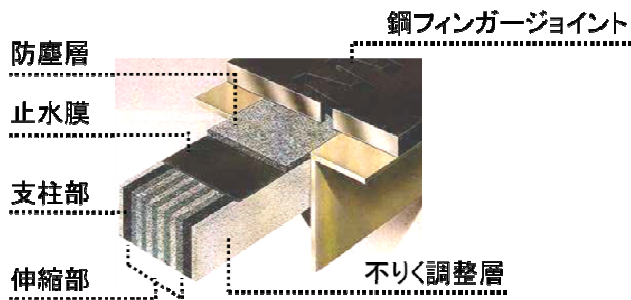


図-9. 1. 1 乾式止水構造例

現道の鋼製フィンガージョイントなどにおいて乾式止水材の取り付けられる条件としては、鋼製フィンガージョイント直下に作業員が入れることは勿論、十分な製品高さが確保できること、また、下地処理が可能なことなど制約がある場合があるので取り扱い各社に問い合わせが必要である。

9. 2 すべり止め

すべり止めは要求に応じて付加するのが一般的である。どのような場所に要求が多いかといえば、急な下り勾配、露出面積の大きい大型鋼製フィンガージョイントの表面、および制動が多いと想定される箇所等である。これは、伸縮装置表面において、すべり止め機能を付加し通行車両のスリップを防ぐ目的で付加される。

ネクスコ（東・中・西各高速道路株式会社）においては「フェイスプレートの橋軸方向幅が1mを超える場合など、設計図書において特に指定された場合にはフェイス面のすべり抵抗値を照査しなければならない」と規定を設けているところもある。

ここではすべり抵抗材料の具体例を示す。



図-9. 2. 1 すべり止め例

摩擦素子コート工法（左：フェイスプレートに施工、右：拡大写真）

9.3 除雪誘導板

積雪地においては伸縮装置本体に誘導板を配置し、除雪中の通行を阻害せず除雪車の排土板から伸縮装置本体に直接衝撃を受けないよう保護する構造である。その保護する構造部位を誘導板と言う。ガイド板とも呼ばれる。古くは丸鋼を加工して伸縮装置の後打ちコンクリート部に配置していたが現在では鋼製プレートが主流である。伸縮装置本体から見て進行方向手前が徐々に低くなっているのは、後打ちコンクリートが摩耗変状しても誘導板がコンクリートに比べて大きく擦り減ることが無いため、そのまま誘導できるように工夫されている。また、昨今ではスタッドレスタイヤの普及によりスパイクタイヤやチェーンを巻く車両が大きく減ったため、降雪地区では昔のように後打ちコンクリートの大きな摩耗変状は減少している。

誘導板を配置した例を以下に示す。

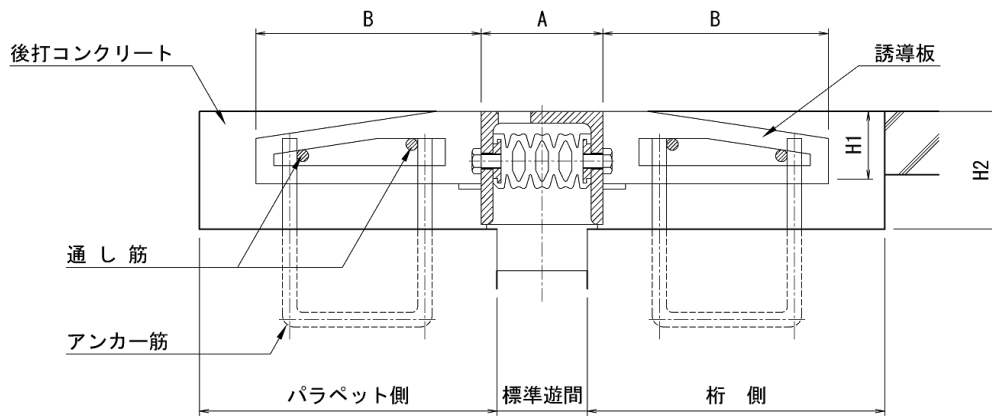


図-9.3.1 除雪誘導板の構造例図

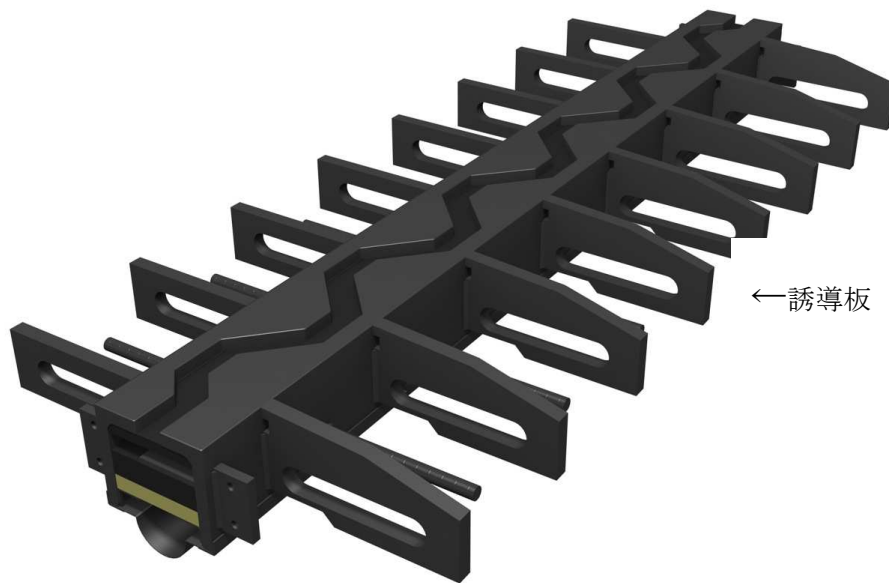


図-9.3.2 除雪誘導板の構造例

9. 4 性能規格（参考例）

発注者によっては、製品化伸縮装置の要求性能を別途定めている場合がある。国土交通省の各地方整備局において個別に仕様を設けている場合もあり、また、東・中・西各高速道路株式会社においては、そこで発行している構造物施工管理要領等に明示されており、その具体例を下記に示す。

表-9.3.1 要求性能と照査項目の例

要求性能	照査項目	照 査 内 容	照査方法
構造安全性能	① 耐荷性	・想定する作用により損傷しないこと	設計計算による照査
	② 変形追従性	・使用条件に応じた変形量が確保されていること	製品図面による遊間量の照査
	③ 耐震性	・レベル1地震時において損傷が生じないこと	製品図面による遊間量の照査
・レベル2地震により損傷した場合には簡易な措置により緊急車両の通行が可能であること		復旧方法の確認による照査	
使用性能	④ 走行性	・温度変化、桁のたわみ、道路縦断により生じる段差が車両走行に影響を与えないこと	設計計算による照査
		・車両の制動に影響を与えないこと ^{*1}	試験又は実績による照査
		・除雪作業の影響により損傷しないこと ^{*1}	製品図面による構造の照査
	⑤ 防水性	・漏水のないこと、また漏水があった場合も適切な排水ができること	試験法438による照査、及び製品図面による構造の照査
・伸縮装置上面に過度な滞水のないこと		製品図面による構造の照査	
耐久性能	⑥ 車両走行の繰返しに対する耐久性	・照査期間中、交通荷重の影響により疲労損傷しないこと	試験又は構造解析による照査 ^{*2}
	⑦ 使用環境による劣化に対する耐久性	・照査期間中、環境の影響により損傷しないこと	試験又は実績による照査 ^{*2}
社会・環境適合性能	⑧ 騒音・振動	・要求される振動・騒音レベル以下であること ^{*1}	試験又は実績による照査
施工性能	⑨ 施工性・品質	・施工が安全に行えること ・要求する時間内に施工できること ^{*1} ・設計で要求する品質が確保できること	施工要領書の照査
維持管理性能	⑩ 点検性・補修性	・伸縮装置本体の点検箇所、項目、方法および着目点等の内容が明確であること ・伸縮装置本体および止水・排水構造が損傷した場合の補修方法が明確であること	維持管理要領書の照査

10. 付属資料

近年、補修工事が多くなっていることから、実際にどのように伸縮装置が取り換えられているか工事写真や挿絵等を用い詳細に説明する。なお、工事はその一例である。

また、参考として、桁の撓みによる移動量の計算結果例や質問の多い事柄に関してはFAQ集を参照されたい。

10.1 伸縮装置の施工詳細

伸縮装置の取替え工事は、その工事において多岐に渡り細目工種が存在し、多種多様な機械・道具・各技能を持った経験豊富な熟練工が必要である。また、現道を一部規制をかけて作業帯を確保し通行を大きく妨げ無いような配慮をすることが多い。時間も限られていることから、非常に過酷な現場と言えよう。

次に伸縮装置取り替え工事における細目工種を次のフローから示し、そのフローに沿って工事を紹介していく。

＜一般の伸縮装置取替え工事における 細目施工フロー＞

(一般的な工程を示す。実施工程は現場条件等を考慮し作成すること)

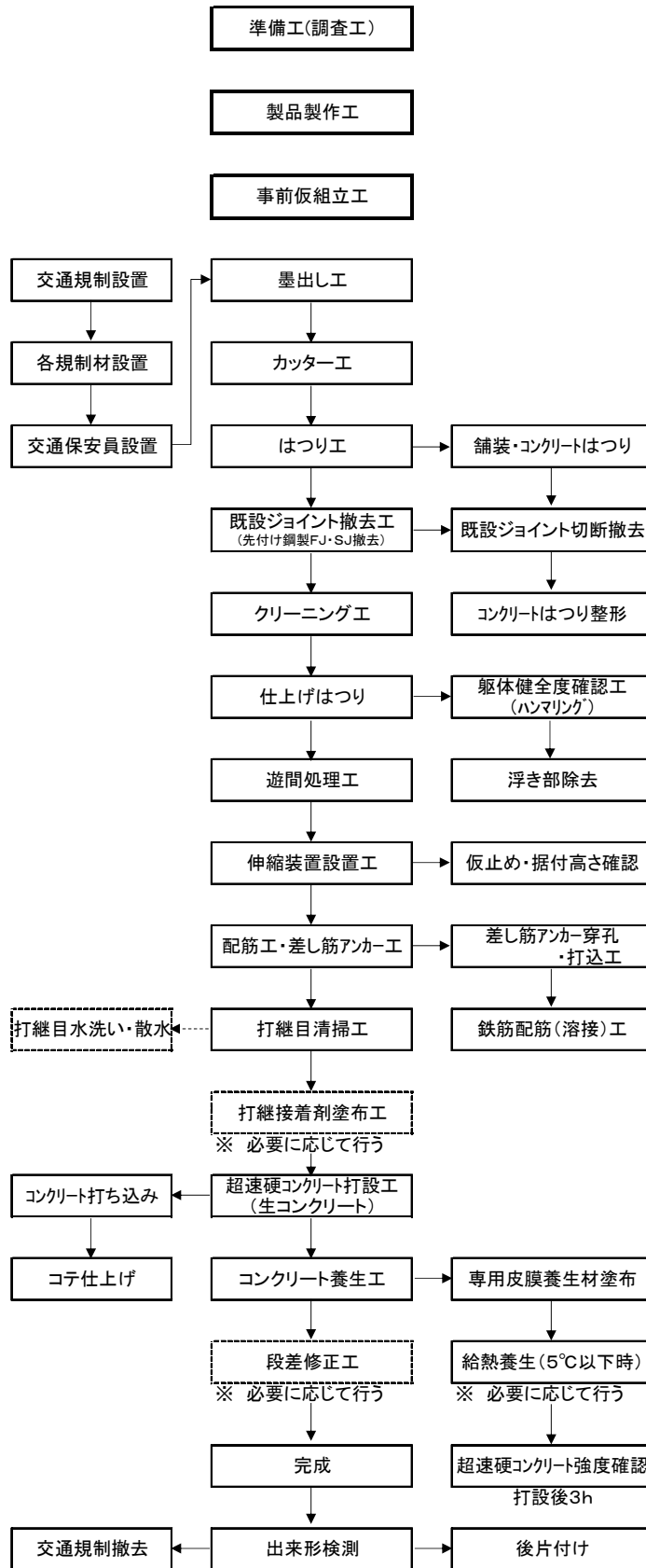


図-10.1.1 フロー (一般的)

<ゴム製伸縮装置の細目フロー>

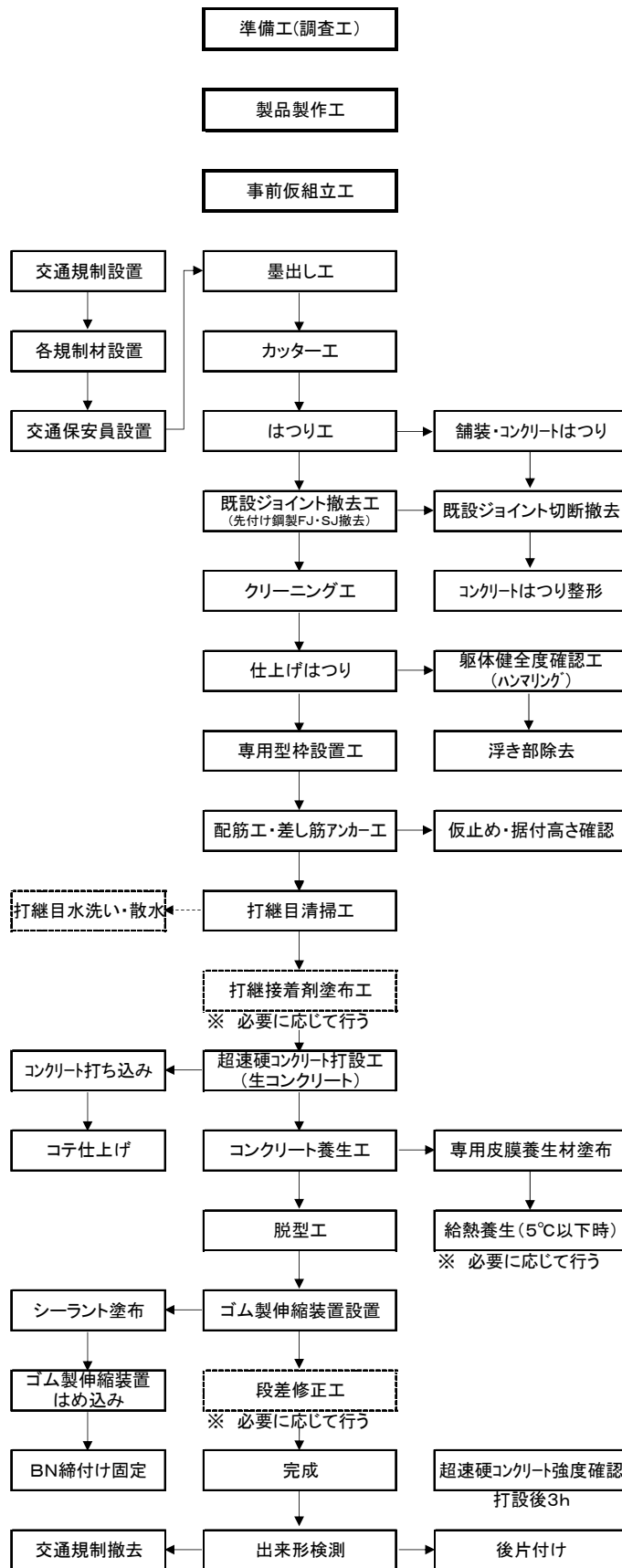


図-10.1.2 細目フロー (特殊型枠使用の場合)

<埋設型伸縮装置取替え工事における 細目施工フロー>

(一般的な工程を示す。実施工程は現場条件等を考慮し作成すること)

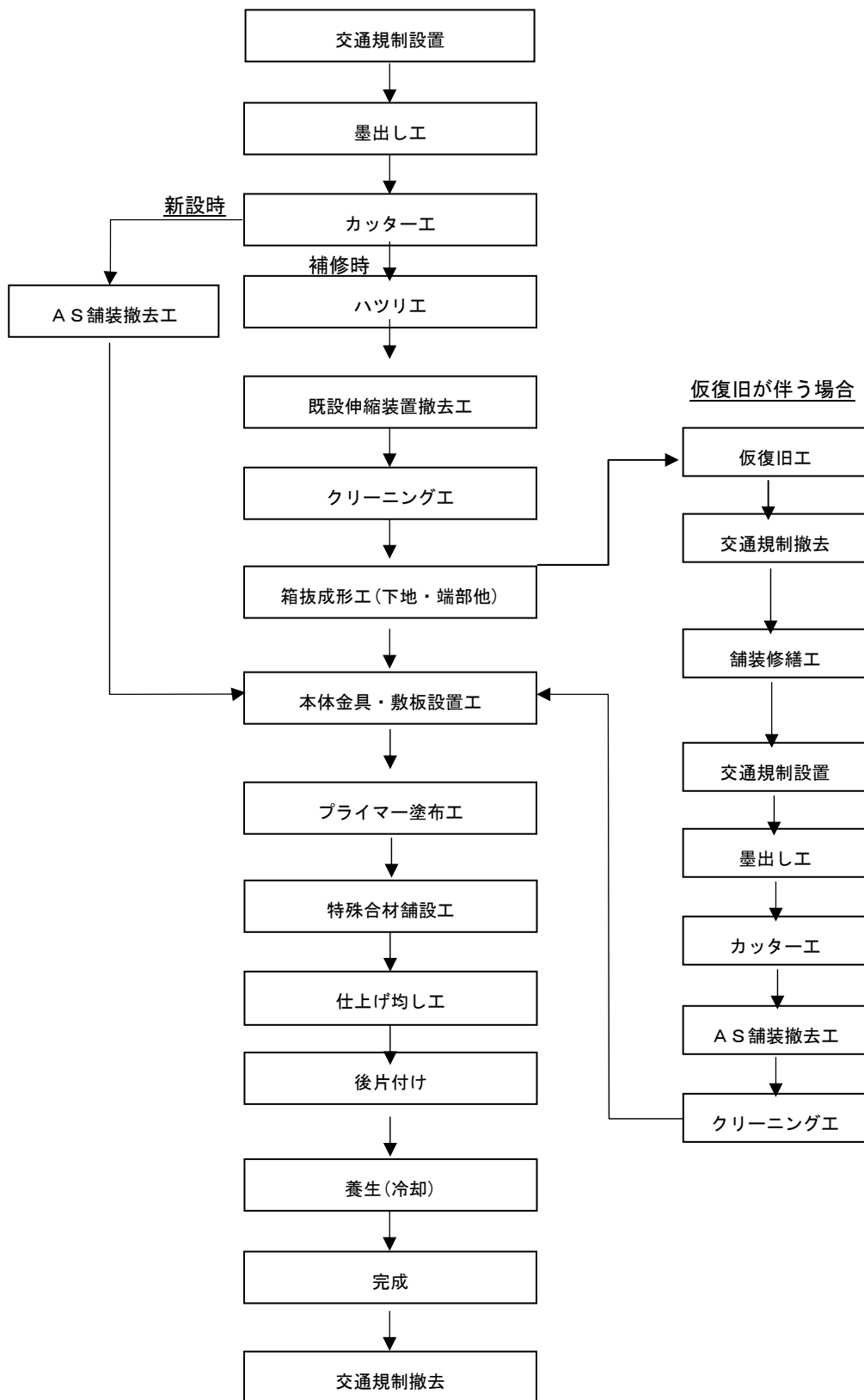


図-10.1.3 細目フロー (埋設型)

設計図書に基づき、施工箇所の測量・現場条件の確認を行う



施工下部・橋梁添架物の確認

- 情報ケーブル
- 水道・ガス・下水・電気のライフライン等
- 支承条件など
- 問題点のピックアップ
(継目がセンターラインにない。狭い。ゼブラで島規制など)



既設伸縮装置の確認

- 形式
- 延長
- 幅
- 材質
- 施工割付
- 規制方法
- 施工方法



既設伸縮装置の測量

- 延長
- 幅
- 図面との照査
- 問題点のピックアップ

施工計画書の作成、設計照査（追加・変更など）
現場調査に基づいた結果を反映させる。

伸縮装置の製作
設計図書と測量結果など現場調査に基づき承認を得た材料を製作



製品組み立て



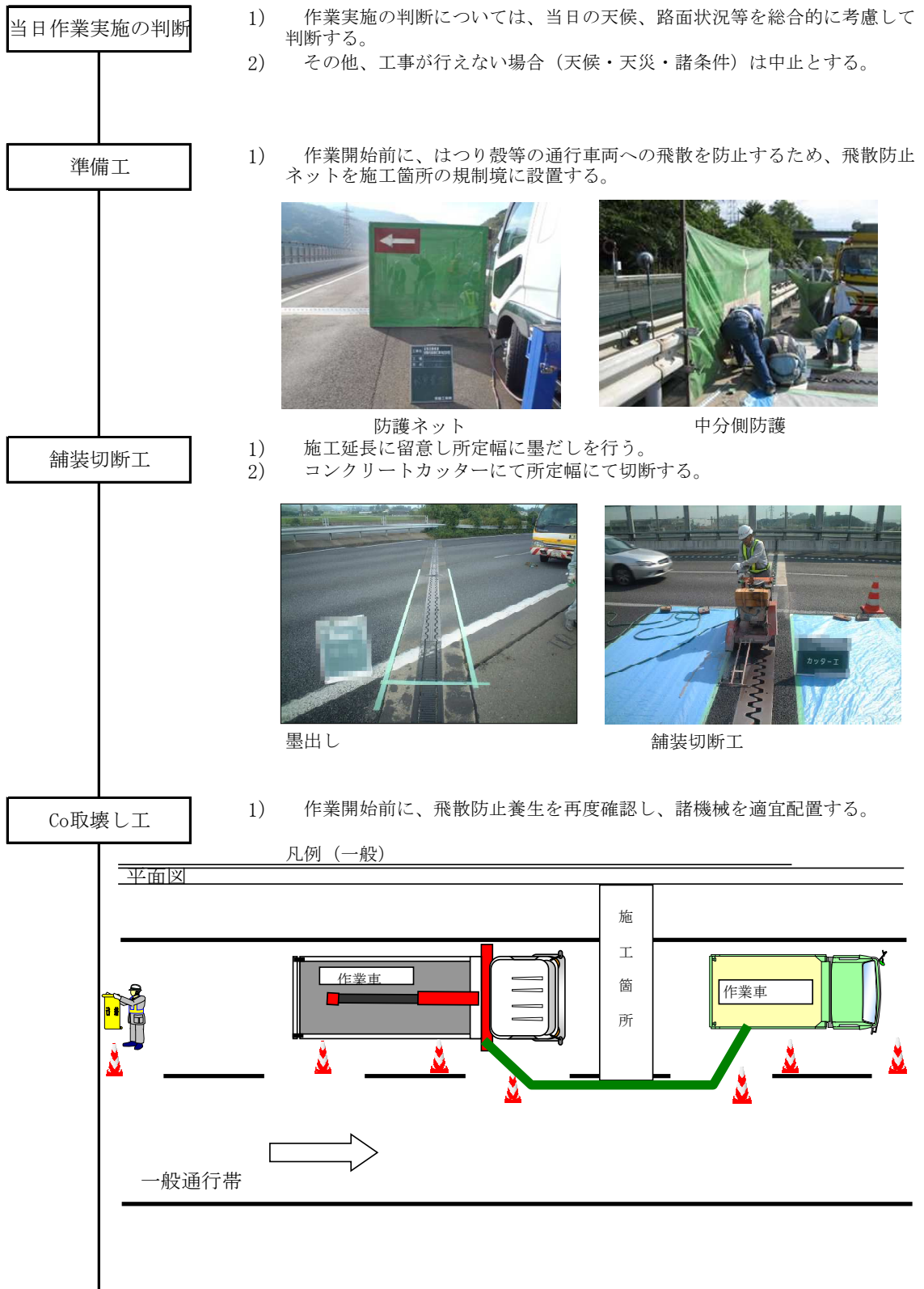
製作完了

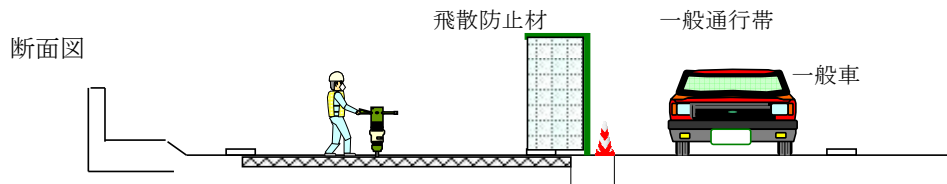


出荷前検査

出荷へ

施工方法(70-)





- 2) 保護具の再確認後、ブレイカーを使用してコンクリートを所定の深さ（設計深さ）まで取壊す。その際、ブレイカー等の振動により不要な部分に過度なひび割れを生じさせないように注意すること。



はつり工

- 3) 鋼製フィンガージョイントの背面をブレイカーではつり、ガスがまわる様にする。アーク酸素棒やアセチレン酸素ガス切断機により、手際よくフェイスプレート・ウェブプレートを撤去する。消火設備も常備配置しておくこと。



フェイスプレート切断



ウェブプレート切断

- 3) はつり殻は人力にてダンプトラックに積込み、飛散防止材のほか必要に応じてシート又はコンパネ等にて養生する。また、遊間部からはつり殻が落ち込まないように慎重に作業すること（遊間部は開口時にウレタン材などにより即閉塞）。
- 4) 取壊し完了後コンクリート面を点検ハンマ等でたたき点検し、浮き部、クラックの入った脆弱部は除去すること。
- 5) 施工箇所にシートなどを掛け、箱抜き部の清掃を行う。その後、スタッフやリボンテープなど検測道具を用いて、所定幅、所定深さ、所定延長の確認を行うこと。



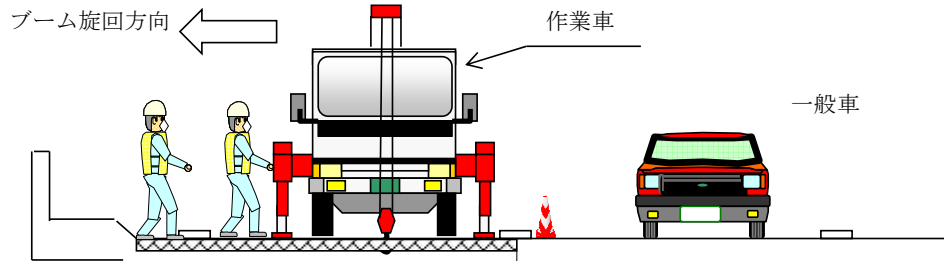
クリーニング工



打音確認

伸縮装置設置

- 1) 工場等で仮組立された伸縮装置本体に調整金具とレベルアングルを用いて、仮セットを行う。補強鉄筋も溶接固定などで緊結し、伸縮装置の直線性等の確認を行うこと。
- 2) 取壊しの終了した箇所に、組立されたジョイント本体をクレーン等で吊上げ設置する。その際、通行車両との接触事故防止の為、クレーンの旋回は原則的に一般通行帯と反対側で行うこと。



伸縮装置の据付

配筋溶接工

※消火設備の確認

- 1) 定められた位置に配置されたジョイントの据え付け高さ、横断方向の直線性、平坦性を確認すること。
- 2) 伸縮装置用埋込鉄筋無き場合、差し筋アンカーを所定の位置（c t c 200~300程度を目安）に穿孔打込みします。アンカー設置しにくい箇所がある場合は、避け近似位置にアンカー打ち込み、補強鉄筋等と溶接固定し一体化させる。
なお、溶接時は火花によるバックアップ材や既設シール材の引火に十分注意して、火花の飛散防護（板等）や散水を行う。また、消化用の水及び消火器を準備しておく必要がある。
- 3) 差し筋アンカー等の余剰鉄筋を切断する際は、メーカー所定または設計図により、補強鉄筋程度の位置でかぶりを保持できる高さなどを配慮しツライチカッター等にて切断すること。
- 4) 配筋完了時に延長と配筋ピッチの確認。溶接スラグ除去の確認、また、必要に応じてアンカーの数量確認を行うこと。
弛んだ骨材がないか等、打継面をよく確認し、弛んだ骨材は除去すること。



差し筋アンカー穿孔打込状況



配筋溶接工

超速硬コンクリート
打設

- 1) 配合計画書に基づき現場試験練りを行い、スランプ試験を行う。
(参考値 $8 \pm 2.5\text{cm}$)、圧縮強度試験用の供試体も3本採取すること。



品質管理

スランプ試験

- 2) 打設を行う前に舗装面や伸縮装置が汚れないようにするため、養生テープ及びシート等で養生を行うこと。



打設前養生

- 3) コンクリート打設する直前に、打設面を水洗い、もしくは、掃除機等で清掃した後、湿潤状態にする。必要に応じて、新旧コンクリート打継ぎ接着剤を塗布する場合がある。



清掃状況

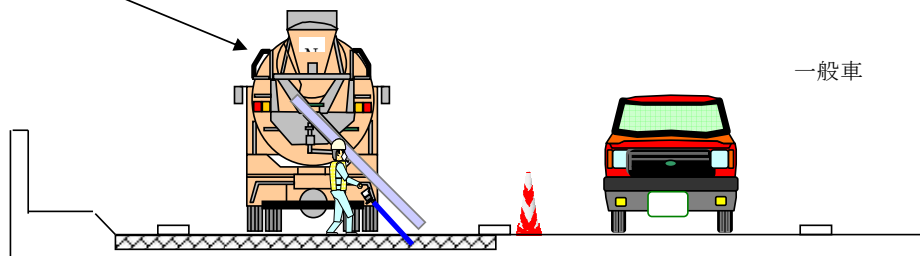


コンクリート打継接着剤使用状況

ジェットミックス車

超速硬コンクリート打設状況

一般車



- 4) ジェットミックス車から混練されたコンクリートを排出し、供試体採取とスランプ試験でスランプ値確認後、コンクリートを打設開始する。基本的に勾配の低い方から打設を開始する。打設点の高い場合はシュートや一輪車等を用い材料分離しないよう配慮をすること。なお、ホッパーやポンプ打設の場合には打設計画に基づき、打設時間には十分留意して行う必要がある。また、打設に際しバイブレータを使用し均一に締め固めを十分行うこと。



超速硬コンクリート打設

表面仕上げ

- 1) 打設した超速硬コンクリートの表面を木ゴテで平坦に仕上げる、仕上げ高さは伸縮装置本体と平滑なるよう行う。



コテ仕上げ

養生

- 1) 木ゴテ仕上げ完了後、コンクリート表面に専用被膜養生材をコテ又は刷毛等でコンクリート表面に塗布し均す、なお表面から急激な水分蒸発によるヘアクラックを予防し養生を行うこと。(寒中時にはシートがけなど給熱養生を別途行う) その後、金ゴテにて仕上げる。



コンクリート養生

強度確認

- 1) コンクリート打設後、原則3時間を経過した状態で圧縮強度 ($\sigma = 24.0\text{N} / \text{mm}^2$ 以上) の確認すること

※強度確認は、やむを得ない場合を除き、基本的に現地確認とする。



品質管理

圧縮強度試験

完成

- 1) 出来形を確認。



後片付け・清掃

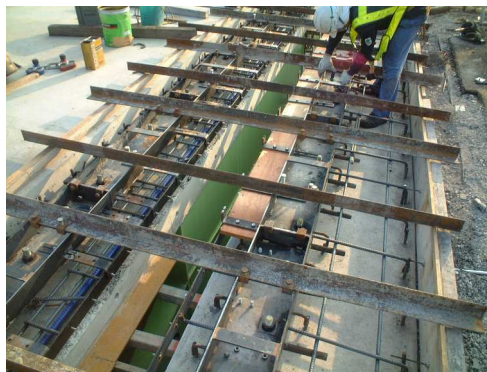
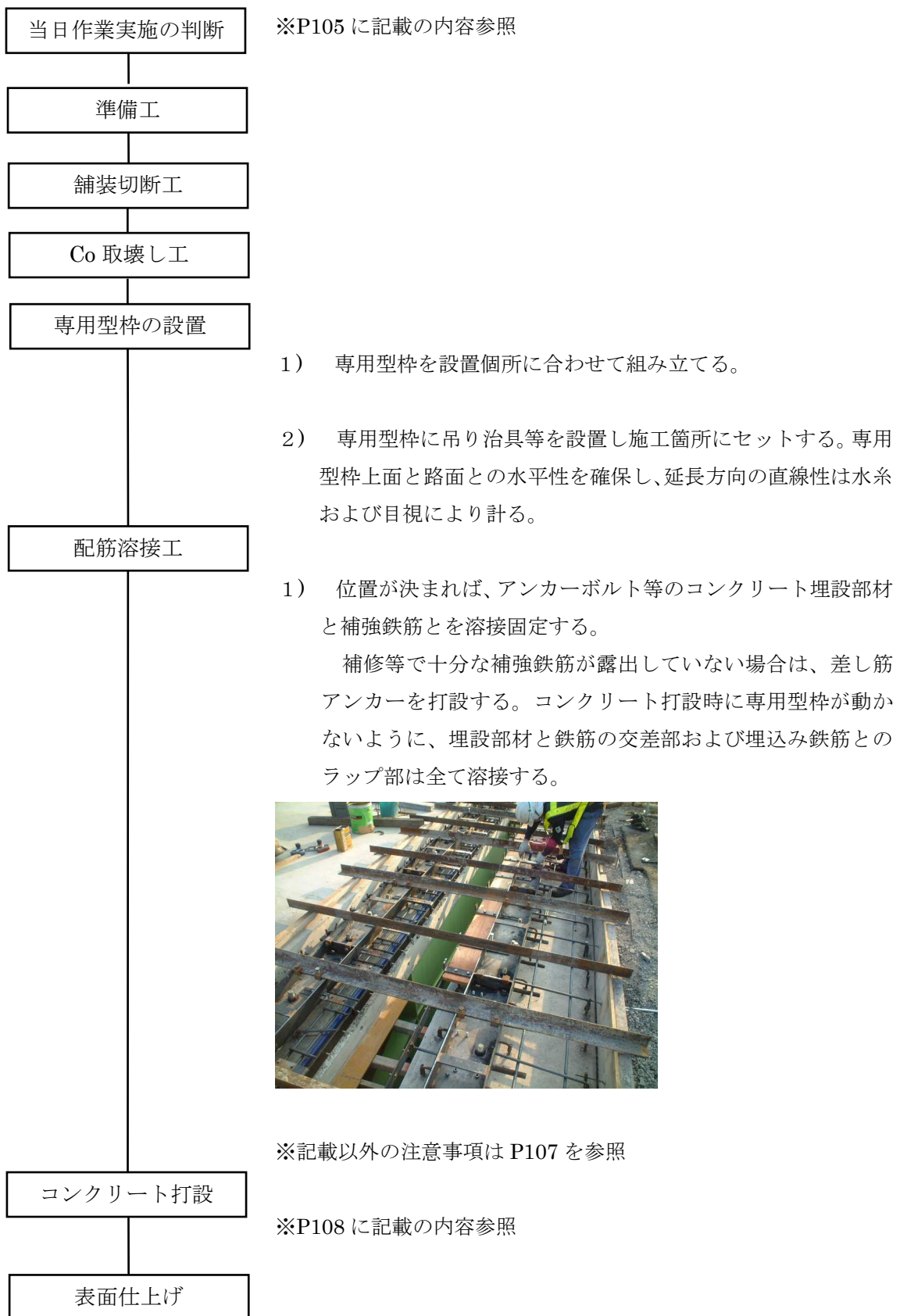
- 1) 資機材などをすべて片付け、積み残しが無いか確認すること。

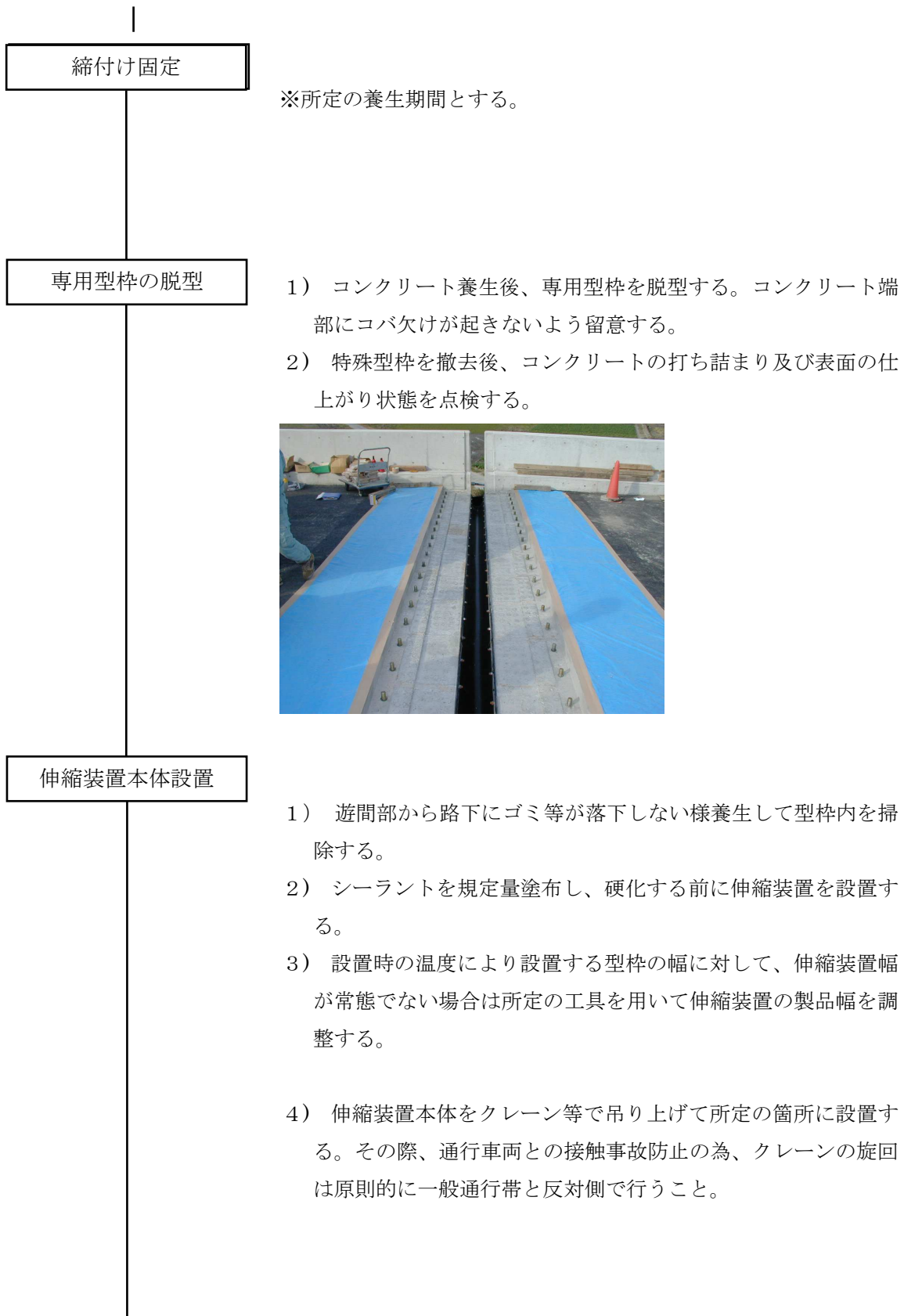
開放

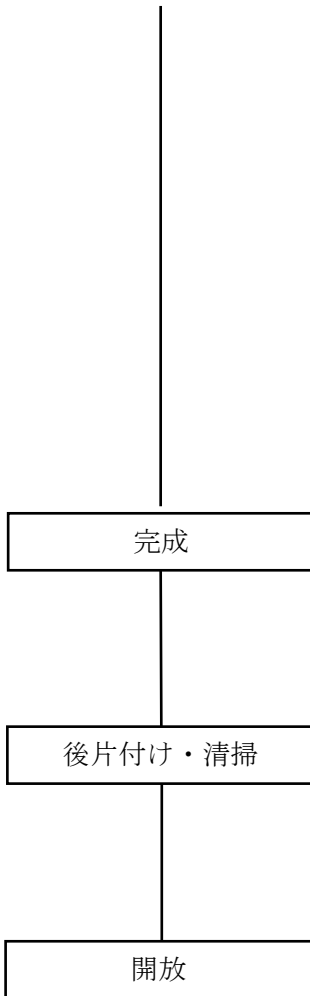
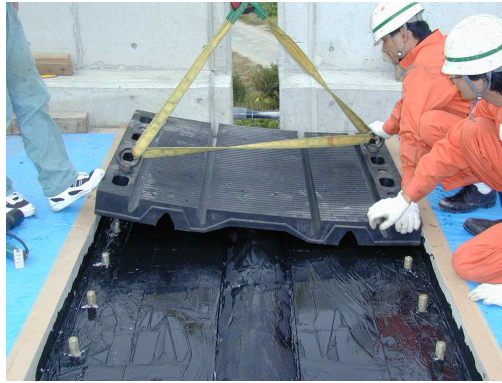
- 1) 一通り、安全に通行ができる状態を確認した後、開放手続きに移す。

※規制解除

<専用型枠工法 ゴム製伸縮装置 の場合>







- 1) 伸縮装置本体と、コンクリートに埋設されたアンカーボルトとを、ナット等を用いて締結する。この時、所定のトルクで締め付けられていることを確認すること。

- 1) 出来形を確認する。
万一、製品同士の継ぎ目、もしくは製品と後打ちコンクリート部に段差が生じた場合、サンダーなどを用いて製品をレベルに仕上げる。

※P110 に記載の内容参照

<埋設型伸縮装置の場合>

既設伸縮装置
撤去工

- 1) 既設伸縮装置撤去までは製品化伸縮装置と同様に行う。

※①仮復旧工、舗裝修繕工が必要ない場合は本体金具、敷板設置工へ。

※②箱抜き成形工が必要な場合は以下に示す。

箱抜き成形工
(下地・端部他)

- 1) 撤去断面内を清掃し、モルタル(コンクリート)を所定の幅、深さに打設し成形する。

※①

※②



モルタル打設状況



端部箱抜き成形工完了

仮復旧工

- 1) 仮復旧アスファルトを舗設する。

舗裝修繕工

- 1) 前後アスファルト舗装、仮復旧アスファルトを含めオーバーレイ、舗裝修繕工を行う。

本体金具、
敷板設置工

- 1) 所定の幅、深さでアスファルトを撤去し箱抜きを成形する。
- 2) 本体金具、又は敷板を所定の位置に配置する。
- 3) 所定の位置を削孔して差筋アンカーを打ち込む。
(床版箱抜き型)
- 4) アンカーと本体金具を溶接し、確実に固定する。
(床版箱抜き型)

プライマー塗布工

- 1) 箱抜き内を掃除機等で清掃した後、バーナー等で乾燥させる。
- 2) プライマー材をハケ等でムラなく塗布し乾燥させる。

特殊合材舗設工

※床版箱抜き型



本体金具溶接工状況



本体金具設置完了

※舗装厚内型



敷板設置工状況



下地処理工状況

- 1) 専用溶融機等で混合溶融した特殊合材を舗設する。隅々まで充填されるように注意する。設置厚によって、2層、3層仕上げになる場合もある。製品によっては中間層にシートを設置する。

※床版箱抜き型



専用溶融機による特殊合材溶融状況



特殊合材舗設状況

※舗装厚内型



特殊合材溶融混合状況



特殊合材舗設状況



10.2 段差修正工

伸縮装置の取替えにおいて、すべての舗装高さに合わせて伸縮装置を設置することは困難で基本的には橋梁橋面の横断勾配に合わせて一定の勾配をもって取付されるのが一般的である。

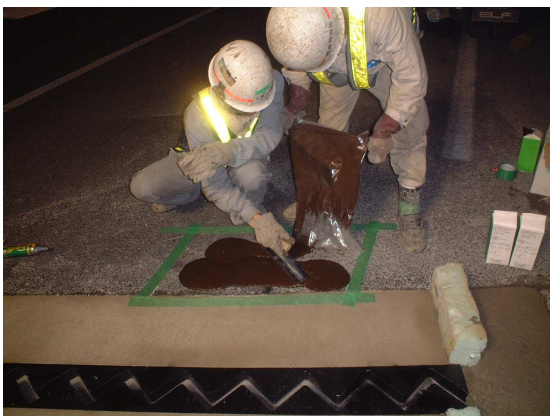
そのとき、舗装の轍掘れ等によって伸縮装置の後打ちコンクリートと舗装の間に段差が生じることがある。この段差は走行性に悪影響を及ぼし乗り心地も悪く、また、伸縮装置の後打ちコンクリートに過度な車両走行による衝撃を与えることもあり、それを解消するものを段差修正工という。

段差修正には専用の段差修正材を用い、瀝青系や樹脂系など多種あり状況に応じて使用する。

段差修正材は恒久的なものではなく摩耗度も早いので、轍掘れなどある場合は調査時に分かることも多いので、早期に伸縮装置前後の舗装打ち替えなども検討しておき、設計に組み入れておくことも大事である。段差修正例を下記に示す。



段差修正材使用例



段差修正材の使用状況



段差修正材の例

10.3 桁の撓みによる移動量（計算結果例）

P C 桁を想定・回転角=1/300		桁の高さ： 900 mmの計算例					
	① 舗装厚さ	hh	mm	80	80	80	80
	② 床板厚さ	Sb		240	240	240	240
	③ 桁の高さ	Kb	mm	900	900	900	900
	④ 支承の高さ/2	brh	mm	150	150	150	150
	⑤=全高さ=①+②+③+④	b	mm	1370	1370	1370	1370
	支点位置から桁端までの距離	a	mm	300	400	500	600
	回転角	θ	rad	1/300	1/300	1/300	1/300
固定	回転中心から ジョイントまでの距離	h	mm	1370	1370	1370	1370
	支承の変位	ΔL_y	mm	0.00	0.00	0.00	0.00
	ジョイント上部の水平変位	Δa	mm	-4.57	-4.57	-4.57	-4.57
	ジョイント上部の鉛直変位	Δb	mm	1.00	1.33	1.67	2.00
可動	回転中心から ジョイントまでの距離	h2	mm	620	620	620	620
	回転中心から 支承までの距離	h2b	mm	750	750	750	750
	固定の影響による変位	ΔL_r	mm	2.50	2.50	2.50	2.50
	ジョイント上部の回転のみの変位	ΔL_h	mm	-2.07	-2.07	-2.07	-2.07
	ジョイント上部の水平変位	Δa	mm	0.43	0.43	0.43	0.43
	ジョイント上部の鉛直変位	Δb	mm	1.00	1.33	1.67	2.00
分散 免震	回転中心から ジョイントまでの距離	h2	mm	620	620	620	620
	回転中心から 支承までの距離	h2b	mm	750	750	750	750
	支承の変位	ΔL_r	mm	2.50	2.50	2.50	2.50
	ジョイント上部の回転のみの変位	ΔL_h	mm	-2.07	-2.07	-2.07	-2.07
	ジョイント上部の水平変位	Δa	mm	-2.07	-2.07	-2.07	-2.07
	ジョイント上部の鉛直変位	Δb	mm	1.00	1.33	1.67	2.00

－は桁遊間が拡がる方向への変位を示す。

＋は桁遊間が縮む方向への変位を示す。

P C 桁を想定・回転角=1/300

桁の高さ： 1500 mmの計算例

① 舗装厚さ		hh	mm	80	80	80	80
② 床板厚さ		Sb		240	240	240	240
③ 桁の高さ		Kb	mm	1500	1500	1500	1500
④ 支承の高さ/2		brh	mm	150	150	150	150
⑤=全高さ=①+②+③+④		b	mm	1970	1970	1970	1970
支点位置から桁端までの距離		a	mm	400	500	600	700
回転角		θ	rad	1/300	1/300	1/300	1/300
固定	回転中心から ジョイントまでの距離	h	mm	1970	1970	1970	1970
	支承の変位	ΔL_y	mm	0.00	0.00	0.00	0.00
	ジョイント上部の水平変位	Δa	mm	-6.57	-6.57	-6.57	-6.57
	ジョイント上部の鉛直変位	Δb	mm	1.33	1.67	2.00	2.33
可動	回転中心から ジョイントまでの距離	h2	mm	820	820	820	820
	回転中心から 支承までの距離	h2b	mm	1150	1150	1150	1150
	固定の影響による変位	ΔL_r	mm	3.83	3.83	3.83	3.83
	ジョイント上部の回転のみの変位	ΔL_h	mm	-2.73	-2.73	-2.73	-2.73
	ジョイント上部の水平変位	Δa	mm	1.10	1.10	1.10	1.10
	ジョイント上部の鉛直変位	Δb	mm	1.33	1.67	2.00	2.33
分散 免震	回転中心から ジョイントまでの距離	h2	mm	820	820	820	820
	回転中心から 支承までの距離	h2b	mm	1150	1150	1150	1150
	支承の変位	ΔL_r	mm	3.83	3.83	3.83	3.83
	ジョイント上部の回転のみの変位	ΔL_h	mm	-2.73	-2.73	-2.73	-2.73
	ジョイント上部の水平変位	Δa	mm	-2.73	-2.73	-2.73	-2.73
	ジョイント上部の鉛直変位	Δb	mm	1.33	1.67	2.00	2.33

-は桁遊間が拡がる方向への変位を示す。

+は桁遊間が縮む方向への変位を示す。

P C 桁を想定・回転角=1/300

桁の高さ： 2400 mmの計算例

	① 舗装厚さ	hh	mm	80	80	80	80
	② 床板厚さ	Sb		240	240	240	240
	③ 桁の高さ	Kb	mm	2400	2400	2400	2400
	④ 支承の高さ/2	brh	mm	150	150	150	150
	⑤=全高さ=①+②+③+④	b	mm	2870	2870	2870	2870
	支点位置から桁端までの距離	a	mm	500	600	700	800
	回転角	θ	rad	1/300	1/300	1/300	1/300
固定	回転中心から ジョイントまでの距離	h	mm	2870	2870	2870	2870
	支承の変位	ΔL_y	mm	0.00	0.00	0.00	0.00
	ジョイント上部の水平変位	Δa	mm	-9.57	-9.57	-9.57	-9.57
	ジョイント上部の鉛直変位	Δb	mm	1.67	2.00	2.33	2.67
可動	回転中心から ジョイントまでの距離	h2	mm	1120	1120	1120	1120
	回転中心から 支承までの距離	h2b	mm	1750	1750	1750	1750
	固定の影響による変位	ΔL_r	mm	5.83	5.83	5.83	5.83
	ジョイント上部の回転のみの変位	ΔL_h	mm	-3.73	-3.73	-3.73	-3.73
	ジョイント上部の水平変位	Δa	mm	2.10	2.10	2.10	2.10
	ジョイント上部の鉛直変位	Δb	mm	1.67	2.00	2.33	2.67
分散 免震	回転中心から ジョイントまでの距離	h2	mm	1120	1120	1120	1120
	回転中心から 支承までの距離	h2b	mm	1750	1750	1750	1750
	支承の変位	ΔL_r	mm	5.83	5.83	5.83	5.83
	ジョイント上部の回転のみの変位	ΔL_h	mm	-3.73	-3.73	-3.73	-3.73
	ジョイント上部の水平変位	Δa	mm	-3.73	-3.73	-3.73	-3.73
	ジョイント上部の鉛直変位	Δb	mm	1.67	2.00	2.33	2.67

-は桁遊間が拡がる方向への変位を示す。

+は桁遊間が縮む方向への変位を示す。

10.4 FAQ

<設計>

Q1 :	伸縮量の算定結果が余裕量(+10mm)を含んで許容伸縮量を 1mm 超えました。ワンランク下の伸縮装置を選定してもよいか。 例えば、算定結果が 61mm (余裕量+10mm 含む) 場合、許容伸縮量 60mm の伸縮装置の選定が可能か。
A1 :	余裕量を含んで許容伸縮量を超えないように選定してください。 すなわち、許容伸縮量が 61mm 以上の伸縮装置を選定してください。
Q2 :	常時の伸縮量が 28mm、 レベル 1 地震動の橋軸方向移動量が±52mm、 レベル 1 地震動の橋軸直角方向移動量が±0mm です。 伸縮装置はどのような選定するのか。
A2 :	<p>確認項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時の伸縮量に余裕量が含まれているか。 ・レベル 1 地震動時の移動量が相対変位量（又は伸長側の片方のみ）か、また余裕量（地震時は 15mm）が含まれているか。 ・設定床版遊間量がどの程度か。 <p>今回</p> <p>常時は余裕が含まれている。 地震時橋軸方向移動量は±52mm で余裕量が含まれていない場合、地震時橋軸方向移動量は±52mm±15mm=±67mm となります。</p> <p>結果</p> <p>常時の許容伸縮量 28mm 以上 レベル 1 地震動における橋軸方向の対応移動量が±62mm 以上 (124mm 以上) レベル 1 地震動における橋軸直角方の対応移動量が 0mm 以上の伸縮装置を選定してください。同時に床版遊間量も別途考慮する必要があります。</p>

Q3 :	<p>常時の伸縮量が 56 mm</p> <p>レベル 1 地震動の橋軸方向移動量が±91mm</p> <p>レベル 2 地震動の橋軸方向移動量が±163 mm</p> <p>床版遊間が 200mm</p> <p>伸縮量および移動量には余裕量が含まれている。</p> <p>橋軸直角方向は、固定の条件なので伸縮量および移動量が 0 とする。</p> <p>伸縮装置はどのような選定するのか。</p>
A3 :	<p>この場合、各移動量に余裕量が含まれているかまず確認します。含まれているのであれば常時の許容伸縮量 56mm 以上</p> <p>レベル 1 地震動における橋軸方向の対応移動量が±91m 以上(182mm 以上)</p> <p>レベル 2 地震動の橋軸方向移動量に対応する必要がありません。</p> <p>床版遊間量 200mm 以上に対応する伸縮装置を選定してください。</p>
Q4 :	<p>地覆部に地覆立上り構造の伸縮装置は必要なのか。また、利点はあるのか。</p>
A4 :	<p>伸縮装置の地覆立上り構造は、止水・漏水対策の観点から設計上有効と考えられます。</p> <p>可能な限り、組み入れてください。</p> <p>ただし、桁側に地覆があり橋台部に地覆が無い場合、橋台部に特殊な親柱がある場合等は、地覆立上り構造の設置が、設計上困難な場合もあります。</p>
Q5 :	<p>伸縮装置に表面塗装の指定・制限はあるのか。</p>
A5 :	<p>製品化伸縮装置の表面塗装は、一般的に各メーカーの仕様となります。</p> <p>重防食仕様の塗装を施したい場合、対応できるメーカーにご相談ください。</p>
Q6 :	<p>歩道部が嵩上げとなったため、既設の伸縮装置を撤去せずに嵩上げは可能か。</p>
A6 :	<p>既設伸縮装置の健全度によっては可能な場合もありますが、一般的には既設伸縮装置を撤去し、新たに伸縮装置を設けてください。</p>
Q7 :	<p>伸縮装置を交換したが、下部構造に漏水が認められたのだが伸縮装置からの漏水か。</p>
A7 :	<p>必ずしも伸縮装置からの漏水でない場合もあります。</p> <p>現地調査し原因の特定を行う必要があります。</p>
Q8 :	<p>1 幅員において部分的に損傷（定尺 1 本約 1.0～1.8m）している。部分取替えは可能か</p>
A8 :	<p>止水性の維持（止水の連続性）や偏応力が作用している可能性が高いです。取替えていない部分が徐々に損傷していく可能性も高いことから、1 幅員を更新されるのが良いと考えます。</p>
Q9 :	<p>伸縮装置の寿命はどのくらいなのか。</p>
A9 :	<p>道路の性格・運用状態、設置箇所の状態によります。</p> <p>断面通行量や大型車両混入率、橋梁の経年変化、また、伸縮装置の種類・構造・形状にもよることも考えられますので一概に〇〇年との回答は難しいです。</p> <p>独自に疲労試験等を行っているメーカーもありますので参考にしてください。</p>

Q10 :	車道に使われている伸縮装置を歩道にも使えるのか。
A10 :	適用可能ですが、条件や製品の形状・仕様、構造高さ等において適用不可能な場合もあります。また、歩道用の伸縮装置を保有しているメーカーもありますので、各メーカーにご相談ください。
Q11 :	樹脂コンクリートとは何か。
A11 :	30~40年ほど前に多く採用された経緯があります。セメントがベースではなく、エポキシ樹脂やアクリル樹脂等をバインダーにしたコンクリートです。最近はいだいぶ減りつつあります。
Q12 :	地覆部のシール処理にはどのようなものが使用されてるか。
A12 :	弾性を持ったシール材が使われます。シリコン系、ポリサルファイド系、ポリブタジエン系などが一般に広く使用されています。
Q13 :	斜橋において道路中心線の桁長で伸縮量を算出してもよいですか。
A13 :	斜橋においてはR側L側で主桁長さが違う場合があります。その場合、長い方の主桁長さを元に伸縮量を算出してください。必ずしも道路中心線が長いとは限りません。曲線橋にも同様のことがいえます。
Q14 :	現場でL側とR側で床版遊間が異なりました。どちらを採用すればよいでしょうか。
A14 :	必ずしも床版遊間が一定であると限りません。測定した遊間の大きい方を採用してください。

〈施工共通〉

Q1 :	床版遊間の方が伸縮装置の適用遊間よりも大きいですが取付けてもいいですか。
A1 :	早期損傷の原因となりますので取り付け不可です。製品の許容値に合わせた製品を使用してください。
Q2 :	ゴムジョイント据付時の拡張器とは何ですか。
A2 :	指定した製品の設置幅に、ゴムジョイントの幅を調整する装置をいいます。
Q3 :	地覆のシール処理などは伸縮装置工事に含まれますか。またその積算工事価格は。
A3 :	原則含まれていません。 別途積算になります。
Q4 :	コンクリート打設時において打継処理の指定はありますか。
A4 :	指定のある場合があります。 その場合はそれに従ってください
Q5 :	打設するコンクリートの種類・強度など指定はありますか。
A5 :	道路管理者およびメーカーの指定がある場合はそれに従ってください。 それ以外の場合は、一般的に床版以上の強度としてください。
Q6 :	鋼床版に適用できる伸縮装置はありますか。
A6 :	あります。各メーカーにご相談ください。 新設において鋼床版端部を箱抜き形状にすることによって殆どのメーカーの採用が可能となります。近年、メンテナンス性を考慮し増えつつあります。

Q7 :	伸縮装置は健全なようですが、後打ちコンクリートにひびわれが認められます。対処法はありますか。
A7 :	ひび割れの度合いにもよります。より詳細な点検を実施してください。 構造上、影響があるひび割れであれば、 ・ひび割れ注入 ・コンクリートの部分打ち替え ・伸縮装置の取替 等を調査結果に基づいて実施してください。
Q8 :	伸縮装置の止水部分から漏水が認められ、そのほかは健全の様です。止水部分のみの補修はできますか。
A8 :	止水部の交換ができる製品もあるので、現在採用しているメーカー等にご相談ください。
Q9 :	伸縮装置を車両が通過するときに異音が出ます。止めることは可能ですか。
A9 :	異音の種類によっては伸縮装置が原因でない場合があります。 異音の発生原因の特定を先にしてください。 その結果を元に、発生原因を特定し対策を講じることになります。

〈施工 新設時〉

Q1 :	先付工法時の据付け高さの基準はありますか。
A1 :	設計構造高さとなります。 前後の舗装高等変更になる場合があるので注意してください。
Q2 :	先付型時枠取付時において床版にアンカーやコンクリート釘の使用不可と言われました、対処法はあるか。
A2 :	場合によっては対応可能な場合もありますので、それをふまえた上で発注者と協議してください。
Q3 :	コンクリート被膜養生材の散布は必要ですか。
A3 :	硬化コンクリートの品質を保つ意味で有効です。
Q4 :	樹脂モルタルを裏込めで使います。被膜養生材などはあるのですか。
A4 :	基本的にないと思いますが、採用メーカーにご確認ください。 同時に条件に応じた適切な養生方法を実施してください。
Q5 :	表面着色剤はどのようなときに使うのでしょうか。
A5 :	発注者より指定があった場合がほとんどです。 効果が曖昧などの理由で最近では減少傾向にあります。

〈施工 補修時〉

Q1 :	8時間よりも短い施工時間は可能ですか。既設が鋼製先付フィンガージョイントです。一般的な伸縮装置のように8時間での交換は可能ですか。
A1 :	一般的には8時間より短時間での急速施工は困難です。 既設伸縮装置の種類・大きさ・形状にもよりますが、1日当たりの施工量を減らす施工が多い様です。また、既設が鋳鉄製品の撤去は非常に困難です
Q2 :	取り壊し防護は決まりがないのですか。
A2 :	決まりはありませんが作業しやすく、通行帯に影響が出ないように配慮が必要です。
Q3 :	WJ（ウォータージェット）工法ではつり作業はできますか。
A3 :	対応は可能ですが、工事費用は別途発生します。
Q4 :	カッター工の深さはどれくらいですか。
A4 :	概ね既設舗装との縁が切れる程度ですが、床版内の鉄筋を切断しない程度が限度と考えます。
Q5 :	カッター工でカッター目地が歪んだり、斜めになってしまいました。問題がありますか。
A5 :	著しい場合を除き、所定深さ・幅に達しているのであれば機能上問題はないと考えます。
Q6 :	既設伸縮装置を撤去したら床版が抜け落ちました。対処方法はありますか。
A6 :	もともとその部位が劣化によって脆弱であった可能性が高いと思われます。よって、脆弱部をすべて撤去し下面型枠を配置、打継処理をしてコンクリートを打設してください。
Q7 :	設計よりも取壊し深さが深くなってしまいました。問題がありますか。
A7 :	一般的な伸縮装置は問題がないと考えられます。しかし、埋設型伸縮装置の場合許容値があると思われますので各メーカーにご確認ください。
Q8 :	設計よりも取壊し深さが浅くなってしまいました。問題がありますか。
A8 :	伸縮装置本体が入らないのであれば論外です。所定の深さまで取り壊してください。一般的な伸縮装置の場合最小深さを確認するとともに、特に埋設型伸縮装置の場合、機能上許容値があると思われますので各メーカーにご確認ください。
Q9 :	撤去中に不明な埋設管を確認しました。不明なので撤去してもよいですか。
A9 :	このような事例は稀にあります。想定外の埋設物を発見したのであれば、作業を中断し埋設物の確認を行ってください。埋設物の処置方法を定めた後、作業再開となります。
Q10 :	既設の伸縮装置を撤去していたら、後打ちコンクリート部が橋台パラペットの天端幅を超えていました。そのまま施工しても大丈夫ですか。
A10 :	橋台背面の位置で後打ちコンクリートにひびが入るケースがあります。基本的には橋台の天端幅に合わせます。

Q11 :	既設の伸縮装置の撤去を終えたら、後打ちコンクリート部が橋台パラペット天端幅のよりもだいぶ狭いようですが、このまま施工しても大丈夫ですか。
A11 :	施工を行っても大丈夫ですが、各メーカーの製品化伸縮装置で最少の後打ちコンクリート幅が定められていますので、それ以上の幅で打設してください。但し、現地対応として小さくすることもあります。しかし、小さくした場合、用心鉄筋を増やすなどの配慮が必要です。
Q12 :	床版遊間にエラストイトのようなものが挟まっていました。撤去したほうがよいのですか。
A12 :	床版遊間内に目地板材が確認された場合、それも遊間の一部として考えます。
Q13 :	PC橋において撤去をしていたら、シース管と思われる管が出てきました。深さが設計よりも足りないので、撤去してもいいですか。
A13 :	PCのシースであれば危険です。直ちに作業を中止し、PCシースに異状がないか確認をしてください。その後は発注者との協議となります。

〈据付時〉

Q1 :	初圧縮の幅の設定はどうしたらよいですか。またその確認方法はありますか。
A1 :	基本的に官公庁が発注する工事において初圧縮幅の報告することと共通仕様書などに書かれている場合が多い様です。よって、外気温等や床版遊間に応じた初圧縮幅を設定し確認の上据付行ってください。
Q2 :	撤去後、残存床版が薄く、差し筋アンカーが打てません。対処法はありますか。
A2 :	必ずしも差し筋アンカーを使用するという決まりはありません。よって条件によっては代替えできる構造体を用いる措置でも可能です。例えば加工筋を使用するなどです。
Q3 :	既設残存の床版鉄筋が伸縮装置に干渉して据付障害が出ます。対処法はありますか。
A3 :	発注者との協議によりますがなるべく残存できるよう配慮してください。また、工事前に事前にその対策を協議しておくのも手です。
Q4 :	かぶりの規定はありますか。
A4 :	厳密にかぶりの指定はありません。各メーカーの設計思想によるものが殆どです。個々のメーカーにお問い合わせください。また、伸縮装置は取替え部材なので恒久構造物ではなく取替え部材の位置づけです。
Q5 :	差し筋アンカーのサイズ変更は可能ですか。
A5 :	決まりがないので原則変更は可能です。但し、著しく大きく、また小さくすると施工性にも影響が出ます。設計担当者と打合せをしてください。
Q6 :	下部構造物において橋軸方向に目地を発見しました。そのまま施工しても大丈夫ですか。
A6 :	その位置は将来的に後打ちコンクリートなどに影響を及ぼす可能性があります。目地を設けるなど協議の上対処してください。

Q7 :	超速硬コンクリートの上に表面着色剤を用いることは可能ですか。
A7 :	基本的に不可能です。早期に剥がれますし主パウダーの性状が違う為表面ひび割れの原因にもなります。
Q8 :	超速硬コンクリートの被膜養生材には指定がありますか。
A8 :	超速硬コンクリートメーカーの専用皮膜養生材を使用してください。
Q9 :	超速硬コンクリートは特殊な養生が必要ですか。
A9 :	基本的に生コンクリートと同じです。暑中時は、直射日光を避けてください。強風時は風による表面の急激な乾燥を避けてください。寒中時はジェットヒーターなどを用い、給熱養生をしてください。
Q10 :	超速硬コンクリートにおいて塩化物試験、空気量試験等を行いますか。
A10 :	超速硬コンクリートは特殊コンクリートのため、スランプ試験と圧縮強度試験（材齢3時間）が試験対象となることが多い様です。プレミックスタイプの場合は完全配合なのでロットが小さいこともあり試験を行わない場合もあるようです。

〈埋設型伸縮装置〉

〈 設計 〉

Q1 :	埋設ジョイントは製品によって性能や適応条件は異なりますか。
A1 :	各メーカー・製品で異なります。
Q2 :	埋設ジョイントは縦目地でも設置可能ですか。
A2 :	メーカーによっては可能です。各メーカーにお問い合わせください。
Q3 :	二次止水の設置は可能ですか。
A3 :	基本的には特殊合材の不透水性にて止水機能を持たせておりますが、オプション部材で設置可能なメーカーもあります。各メーカーへお問い合わせください。
Q4 :	先付施工は可能ですか。
A4 :	原則は後付での施工となりますが、先付施工可能な製品もあるので各メーカーへお問い合わせください。
Q5 :	斜橋や曲橋、鋼床版でも設置可能ですか。
A5 :	対応可能な製品もございますので各メーカーにお問い合わせ下さい。
Q6 :	積雪地では誘導板の設置は必要ですか。
A6 :	連続舗装化させるため誘導板の設置は必要ありません。
Q7 :	重交通道路や交差点付近でも使用できますか。
A7 :	対応可能な製品もあり、採用されるケースは増えています。各メーカーにお問い合わせ下さい。
Q8 :	ノージョイントの橋梁に新たに設置することは可能ですか。
A8 :	対応可能な製品もあります。床版厚や舗装厚など考慮する必要がありますので、各メーカーにお問い合わせ下さい。
Q9 :	埋設ジョイントの採用を検討する際の選定方法は。
A9 :	メーカーや製品により違いがありますが、一般的には橋梁規模（伸縮桁長）、又は設計伸縮量で適応を検討します。その他遊間量や設置厚等も別途考慮する必要があります。各メーカーにお問い合わせください。
Q10 :	縦目地や曲線部での採用を検討していますが、スベリ止め対策が必要となる場合はありますか。
A10 :	埋設ジョイントで使用される特殊合材はA S舗装と同等のスベリ抵抗値となりますので必要ありません。各メーカーにお問い合わせください。
Q11 :	歩道部が嵩上げとなった為、既設の伸縮装置を撤去せずに嵩上げは可能か。
A11 :	状況により特殊合材の打ち増しで対応可能な製品もあります。現在設置されているメーカーにご相談ください。

Q12 :	埋設ジョイントの寿命はどれくらいですか。
A12 :	道路の性格・運用状態、設置個所の状況により異なります。通行量や大型車両混入率、橋梁の経年変化、埋設ジョイントの種類・構造・形状にも影響されると考えられますので一概に〇〇年との回答は難しいです。 一般的には輪荷重が直接作用する路面部に関しては、前後の舗装と同じく経年変化することから舗装と同程度と考えます。
Q13 :	埋設ジョイントの新設時・補修時(既設あり・なし)の施工手順を知りたいです。
A13 :	一般的な施工フローを示します。(10. 付属資料項) 参照

< 施工共通 (新規・補修) >

Q1 :	埋設型ジョイントの場合、防水層の縁端部処理はどのように処理するべきでしょうか？立ち上げ処理を設けなければならないのでしょうか。
A1 :	埋設型伸縮装置は水密性の高い特殊合材を充填していますので、立ち上げ処理と同等の状況となります。そのため特別な処理は必要ありません。
Q2 :	埋設型伸縮装置は施工時期の制約はありますか。また低温時、例えば気温 5℃以下の施工は不可となるでしょうか。
A2 :	特殊合材は基本的に現地製造となり、距離による温度低下の制約がない為に施工時期の制約はありません。
Q3 :	AS 舗装が厚く、設置厚が設計値を超える様な場合は設置可能か。
A3 :	対応可能な製品もございます。詳細はメーカーによって異なりますので、各メーカーにお問い合わせ下さい。
Q4 :	伸縮装置は健全なようですが、特殊合材にひび割れが認められます。対処方法はありますか。
A4 :	ひび割れの度合いにもよります。 調査結果に基づき、 ・ひび割れ注入 ・特殊合材の部分打ち替え ・伸縮装置の交換 を実施してください。
Q5 :	既設ジョイントがある場合、即日復旧による設置は可能ですか。
A5 :	既設ジョイントの種類・大きさ・形状にもよりますが、1日当たりの施工量を減らすことで可能な場合があります。各メーカーにお問い合わせ下さい。
Q6 :	設置時期により製品の初圧縮は必要ですか。
A6 :	埋設ジョイントは特殊合材を現場で舗装する工法であるため、設置時期問わず事前の圧縮等の設定は必要ありません。
Q7 :	特殊合材の品質管理方法はありますか。
A7 :	製品規格値の確認や溶融時の温度管理などで管理していますが、詳細はメーカーにより異なりますので各メーカーにお問い合わせ下さい。

< メンテナンス >

Q1 :	特殊合材の部分補修は可能ですか。
A1 :	対応可能な製品もあります。補修方法等、詳細につきましては各メーカーにお問い合わせ下さい。
Q2 :	更新時期を向えた埋設ジョイントは全交換するのでしょうか。
A2 :	状態にもよりますが表層部のみを打ち替えることができる製品もありますので補修方法等、詳細につきましては各メーカーにお問い合わせ下さい。
Q3 :	埋設ジョイントが設置してある橋梁で舗装修繕(切削オーバーレイ)を計画していますが、埋設ジョイントはどのように処理すれば良いのでしょうか。
A3 :	埋設ジョイントも舗装と同時に連続切削し、舗装修繕完了後に設置幅にてAS舗装を撤去、特殊合材を必要分だけ打ち継ぐことが可能です。これにより適切かつ低コストにて機能回復を図ることが可能となります。補修方法等、詳細につきましては各メーカーにお問い合わせ下さい。

10.5 桁長のとり方

10.5.1 曲橋の場合

単純に外桁の方が桁が長くなるのでその桁長を採用する。また、補修において、床版遊間は内桁側と外桁側で異なる場合があるので両方測定しておくとなお良い。

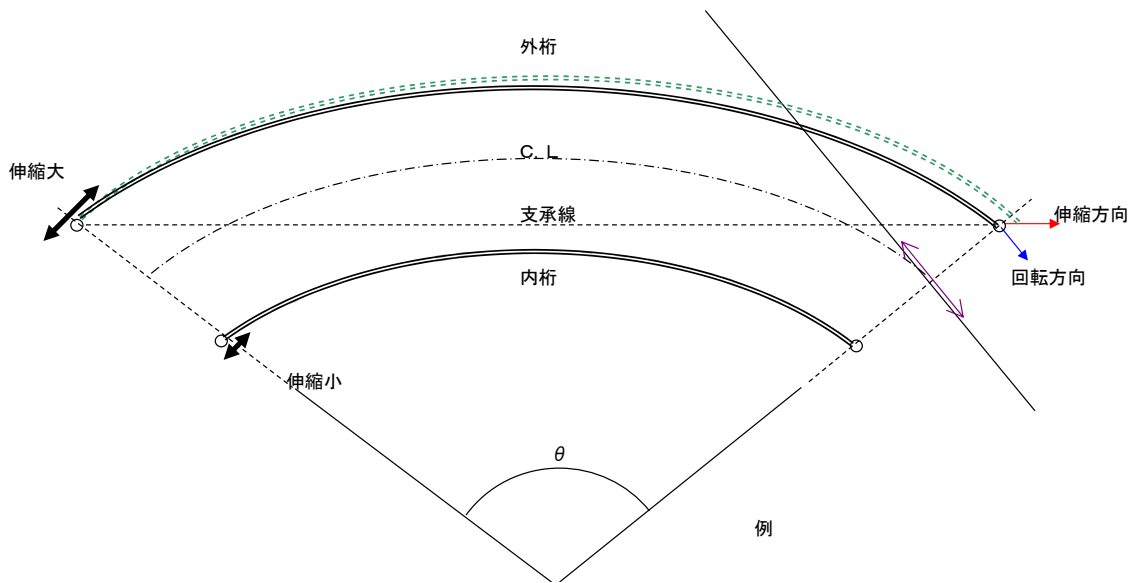


図-10.5.1 曲線橋におけるイメージ図

10.5.2 斜橋の場合

G_n桁の方が長いのでG₁桁やC.Lの桁長を採用するのではなく、G_n桁を桁長とする。また、こちらも補修において、床版遊間はG₁桁側とG_n桁側の量を測定しておくとうい。

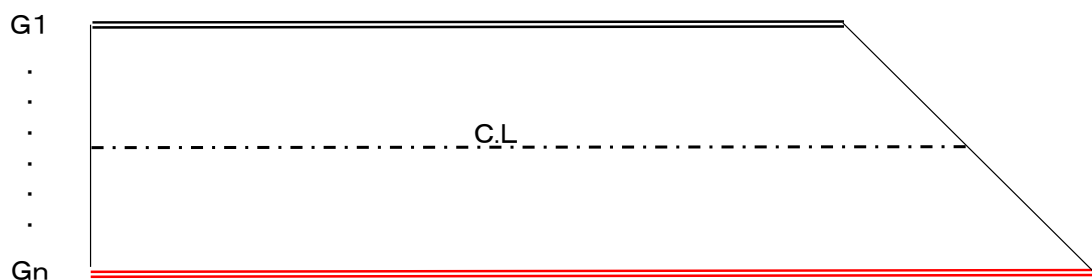


図-10.5.2 斜橋におけるイメージ図

10.5.3 屈曲部の場合

外桁の方が長いので外桁を桁長とする。また、この場合それぞれの桁の伸縮する方向が同一ではないことに注意し、双方の移動に追従できる伸縮装置を選定する必要がある。

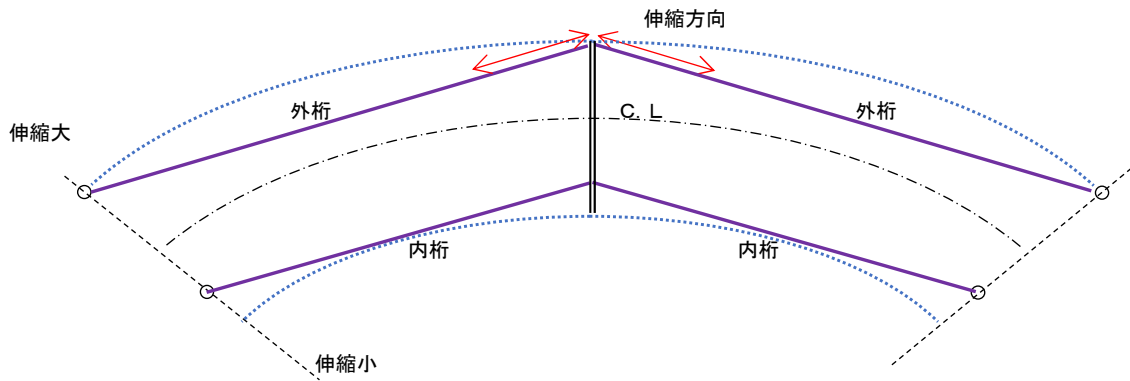


図-10.5.3 屈曲部におけるイメージ図

< memo >

伸縮装置の設計ガイドライン

2019年4月 初版発行

編集 日本道路ジョイント協会 技術委員会

発行所 日本道路ジョイント協会

〒107-0051 東京都港区元赤坂1-5-26 東部ビル

TEL (03) 3401-6541

FAX (03) 5411-2491

本書の無断複製は、著作権法上での例外を除き、部分全体を問わず禁じられています。
本書の内容を引用転載、複写される場合には、その都度事前に弊協会の承諾を得て下さい。