2026.11.19
秋田道路維持支援センター

鋼鋼構造物の診断に関する基礎知識

一般社団法人　日本鋼構造協会
土木鋼構造診断士　更新・広報小委員会

法政大学　　内田 大介

目次

1. 土木鋼構造診断士・診断士補の資格制度

2. 道路橋の点検・診断

3. 疲労に関する基礎知識

1．土木鋼構造診断士・診断士補の資格制度

2．道路橋の点検・診断

3．疲労に関する基礎知識

https://jssc-certi.jp/diagnosis/index.html

資格制度設立の趣旨

土木鋼構造物の維持管理全般に係る広い知見を有し、発生する様々な劣化・損傷に適切に対応できる専門技術者を育成し、認定する。

◎土木鋼構造物の安全・安心を確保

◎維持管理全般に係る知見と経験を有し、適切な措置等を判断・指導できる専門技術者の育成・認定

2005年4月20日
土木鋼構造診断士特別委員会、専門委員会 設立

対象構造物

・鋼橋（道路橋、鉄道橋、水管橋等）
・水門、閘門等
・水圧鉄管、タンク
・鋼製港湾構造物（桟橋、堤防等）
・鋼製河川構造物（管路、護岸等）
・コンクリート橋（道路橋）






土木鋼構造診断士 と 土木鋼構造診断士補

土木鋼構造診断士：
維持管理計画の策定、点検計画の策定、点検の実施・記録、健全性の診断、措置（対策）の立案、指導に必要な技術力（知見、経験等）を有する。

「公共工事に関する調査及び設計等の品質確保に資する技術者資格登録規程
（平成26年国土交通省告示第1107号）」
①「橋梁（鋼橋）」の「点検」業務を行う「担当技術者」（品確技資第13号） 2015年～
②「橋梁（鋼橋）」の「診断」業務を行う「担当技術者」（品確技資第21号） 2015年～
③「橋梁（コンクリート橋）」の「点検」業務を行う「担当技術者」（品確技資第259号） 2019年～
④「橋梁（コンクリート橋）」の「診断」業務を行う「担当技術者」（品確技資第262号） 2019年～

土木鋼構造診断士補：
鋼構造物点検計画の策定、点検の実施・記録に必要な技術力（知見、経験等）を有する。

①「橋梁（鋼橋）」の「点検」業務を行う「担当技術者」（品確技資第14号） 2015年～
②「橋梁（コンクリート橋）」の「点検」業務を行う「担当技術者」（品確技資第260号） 2019年～

必要な専門知識等

- 構造物に使用されている材料、技術の特徴
- 構造物に適用される技術基準と変遷
- 変状の種類と発生原因
- 点検と測定方法（非破壊検査等）
- 健全度（損傷度）の評価、進行度の予測
- 修繕（維持・補修・補強等）技術の特徴と適用可否
- マネジメント能力と適切な倫理観

資格の取得と更新

- 新規講習会の受講（8月頃．5月頃申込み開始）

↓

- 資格試験の受験（10月頃）と試験に合格・認定（3月）

↓

- 資格有効期間 ： 4年間

合格(3月)

↓

- 更新講習会の受講(9月頃)と修了考査(10月頃)

※診断士，診断士補共通
※1度更新した診断士補は診断士受験時に一部の試験免除

土木鋼構造診断士・診断士補資格認定体制

土木鋼構造診断士特別委員会

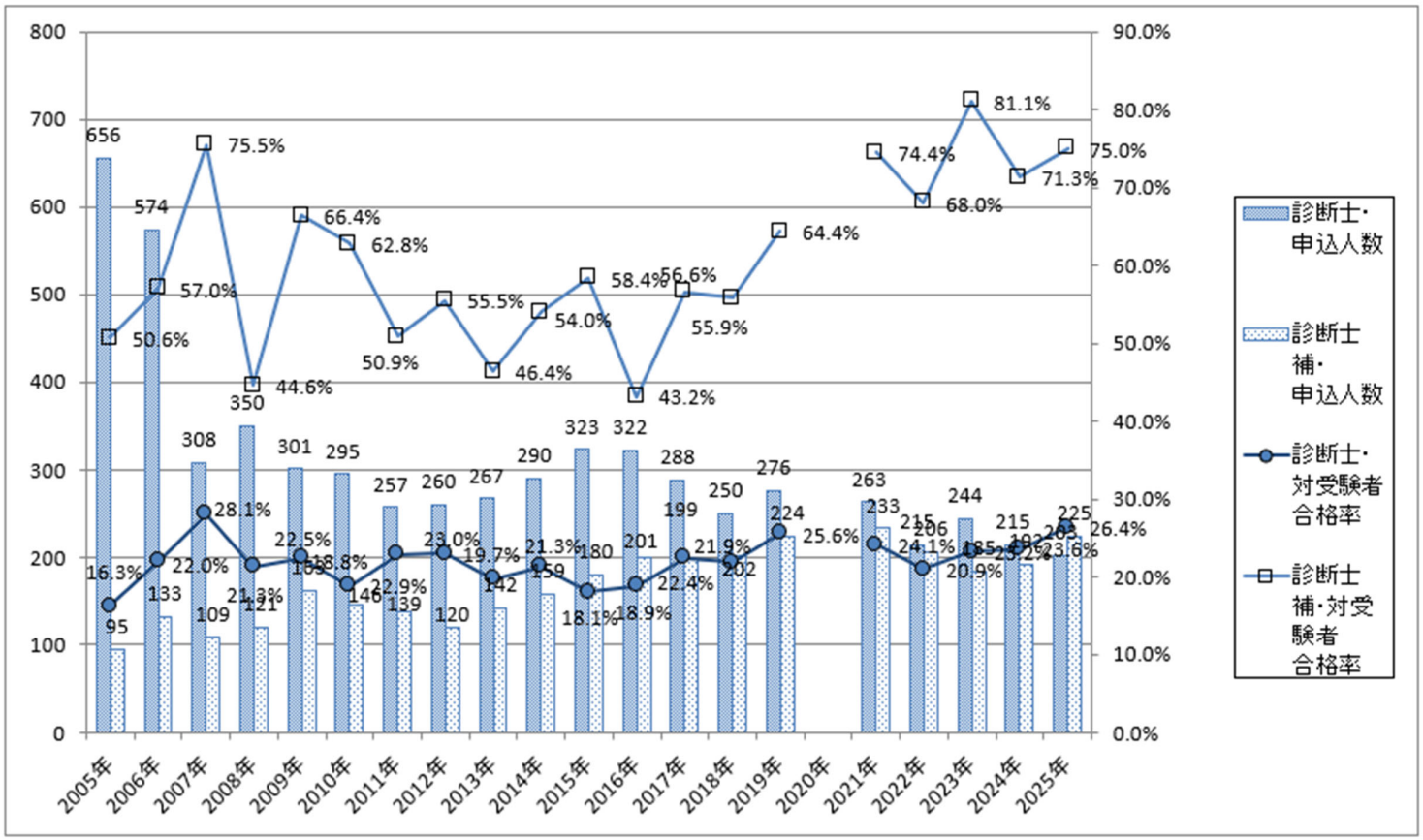
※資格の認定

土木鋼構造診断士専門委員会

委員長：山口隆司 （大阪公立大学大学院）

- ◆ テキスト作成小委員会
- ◆ **更新・広報小委員会**
- ◆ 試験小委員会

資格試験実施状況（受験者数と合格率）



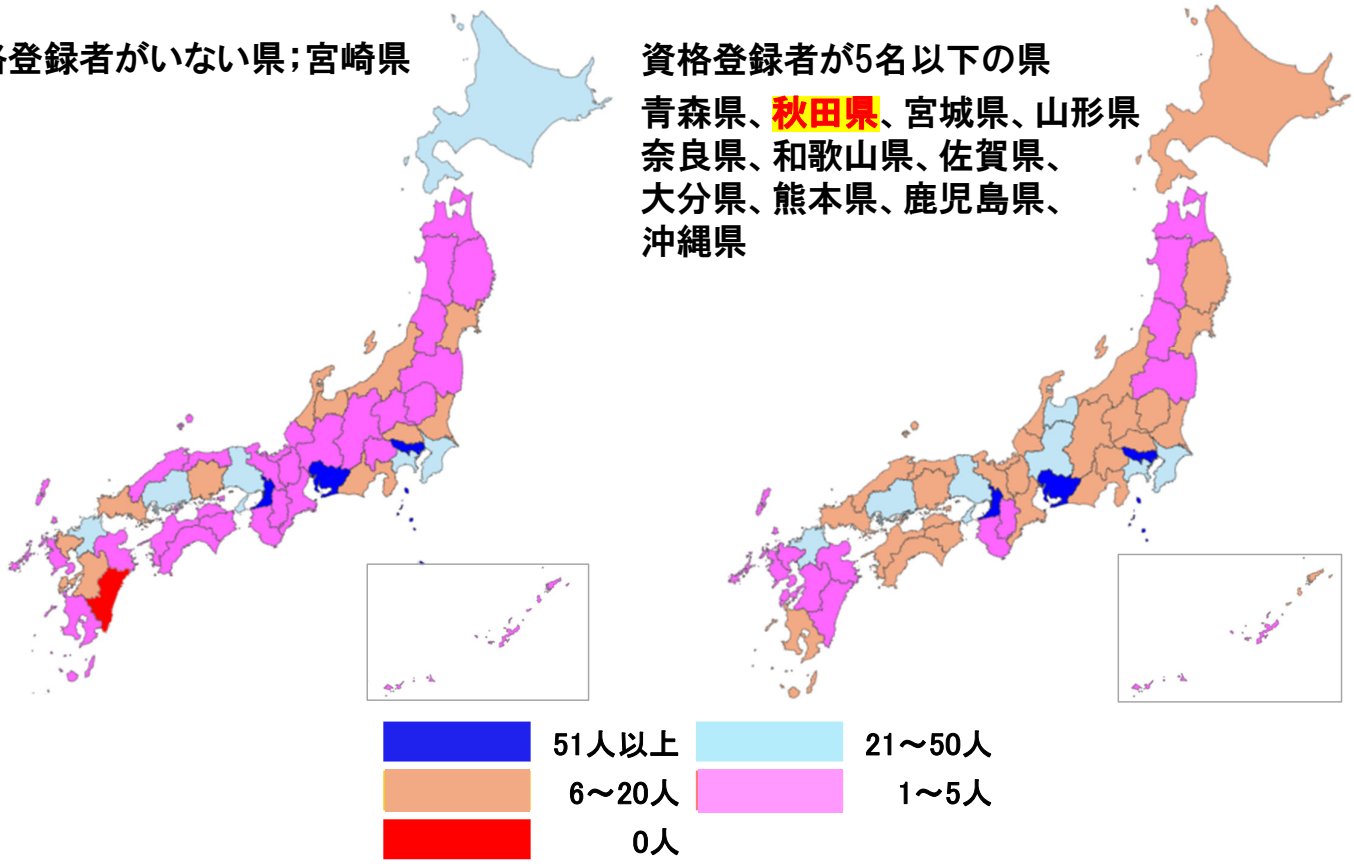
土木鋼構造診断士及び診断士補登録者数（2026年4月現在）

土木鋼構造診断士 ： 797 名

資格登録者がいない県；宮崎県

土木鋼構造診断士補：1112名

資格登録者が5名以下の県
青森県、秋田県、宮城県、山形県
奈良県、和歌山県、佐賀県、
大分県、熊本県、鹿児島県、
沖縄県



土木鋼構造診断士・診断士補ネットワーク

設立趣旨：

資格取得者には、幅広い知識と経験にもとづく適切な点検・診断、措置の立案等に技術力向上や経験取得が求められています。

そこで資格取得者相互に技術の研鑽や情報の共有・交換、若手技術者の育成を行い、さらに資格の地位向上や広報活動等を行うことを目的として、2017年に有志により「土木鋼構造診断士・診断士補ネットワーク」が設立され、精力的に活動を行っています。

※ 日本鋼構造協会がネットワークの運営をサポート

土木鋼構造診断士・診断士補ネットワーク

- 資格者相互に技術の研鑽や情報の共有・交換
- 若手技術者の育成
- 資格の地位向上や広報活動等



関東・関西地区それぞれ年2回程度開催
構造物視察（評価会）、講演会等



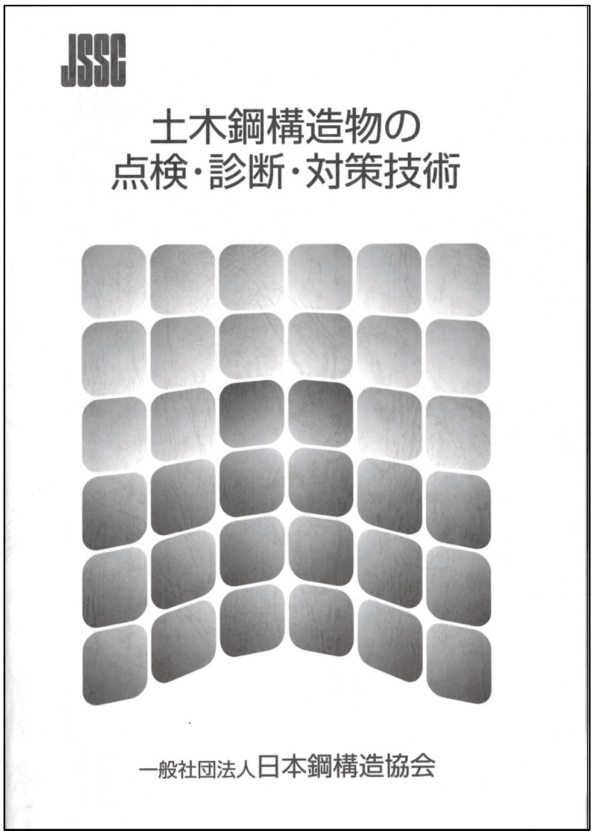
【直近の開催状況】
2025年5月　関西WS#14：橋梁視察（淀川橋梁：連続トラス架設、正連寺川右岸のボックス築造）
2025年6月　関東WS#7：橋梁視察（東京都／松住町架道橋、首都高速道路上野線、日本橋更新工区）
2025年11月21日：東西合同WS(関西WS#15)（震災資料保管庫他）、資格制度20周年記念講演会
2026年5月　関東WS#8：橋梁視察（横浜市／霞橋・谷戸橋・代官橋、首都高速道路堀川筋高架橋）
2026年6月　関西WS#16：水門・橋梁視察（大阪市／尻無川水門、JR岩崎運河橋梁・尻無川橋梁）
2026年10月　関東WS#9：橋梁視察（群馬県（関東地整）／神流川橋（旧橋））

1. 土木鋼構造診断士・診断士補の資格制度

2. 道路橋の点検・診断

3. 疲労に関する基礎知識

土木鋼構造診断士・診断士補の新規講習会テキスト



第1章　鋼構造物の歴史と変遷
第2章　鋼材
第3章　防食法
第4章　接合方法
第5章　コンクリートとその他の材料
第6章　点検・診断と補修・補強の基本
第7章　損傷診断のための詳細調査
第8章　腐食損傷の点検・診断と補修・補強
第9章　疲労損傷の点検・診断と補修・補強
第10章　その他の損傷の点検・診断と補修・補強
第11章　コンクリート構造とコンクリート系床版
第12章　道路橋
第13章　鉄道橋
第14章　港湾構造物
第15章　水力発電構造物

テキストの構成

- **土木鋼構造物の基本（第1章～第5章）**

✓ 点検・診断を行う上で必要な基礎知識として，鋼構造と維持管理の歴史，鋼材・コンクリートその他の材料を解説

✓ 腐食と疲労に関する健全度を理解する上で基礎となる防食法と接合方法を解説

- **土木鋼構造物の点検・診断と補修・補強の概要（第6章～第11章）**

✓ 土木鋼構造物全般に共通する点検・診断と補修・補強の概要を解説し，鋼構造物の主要な損傷原因である腐食，疲労，変位・変形の発生要因，点検・診断と補修・補強の考え方の解説

✓ 損傷の点検・診断のための各種の測定と計測方法の紹介

✓ 土木鋼構造診断士・診断士補として必要なコンクリート構造に関する知識として，コンクリート構造および床版の劣化，損傷原因とその点検・診断，補修・補強の基本を解説

- **土木鋼構造物の点検・診断と補修・補強の実際（第12章～第15章）**

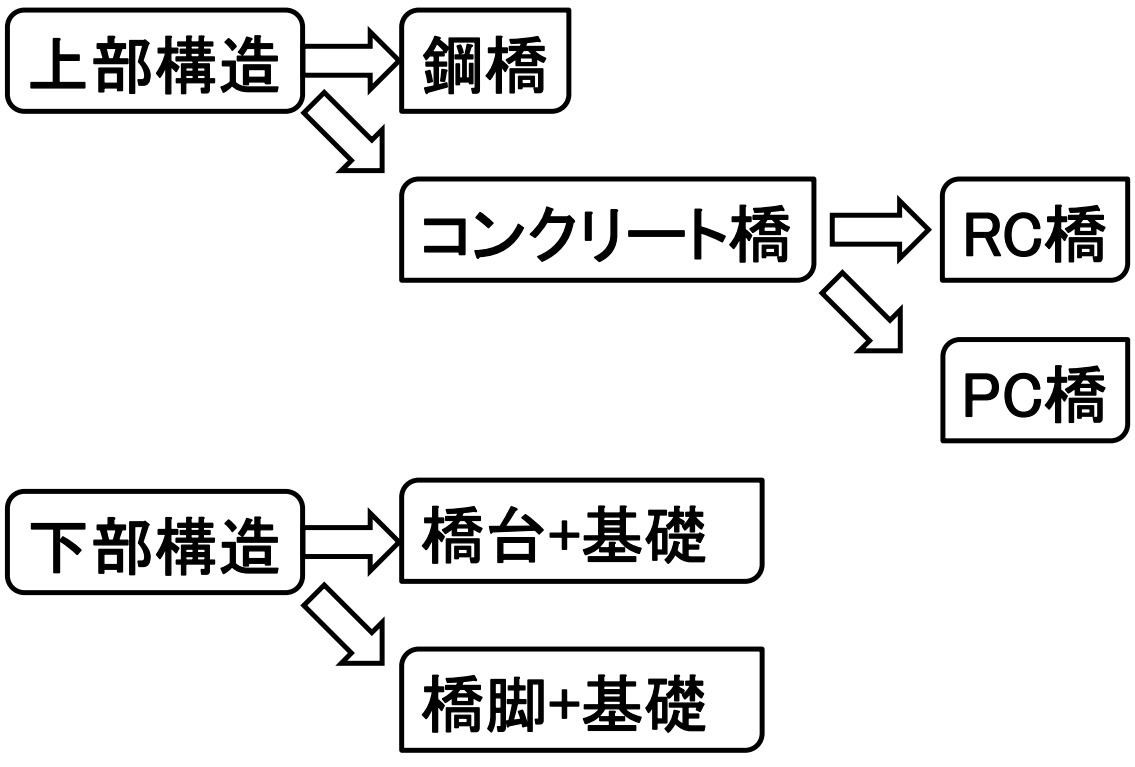
✓ 道路橋，鉄道橋，港湾構造物および水力発電関連構造物の点検・診断を行う上での基礎知識，維持管理方針，点検・診断と補修・補強の事例を紹介

■ 経年に伴う腐食，疲労などの劣化の他に地震などの自然災害による被災と復旧の考え方も紹介

第12章　道路橋の目次

- 12.1 道路橋の基礎知識
  - 12.1.1 道路橋の役割と形式
  - 12.1.2 道路橋形式の分類
  - 12.1.3 付属物の種類と機能
  - 12.1.4 維持管理に必要な技術基準類
- 12.2 道路橋の維持管理方針の検討と策定
  - 12.2.1 道路および道路橋の機能
  - 12.2.2 鋼およびコンクリート橋の損傷と劣化
  - 12.2.3 長寿命化修繕計画の策定
- 12.3 道路橋の点検・診断
  - 12.3.1 点検・診断の手法
  - 12.3.2 鋼橋の点検・診断
  - 12.3.3 RC 床版の点検・診断
  - 12.3.4 コンクリート橋の点検・診断
  - 12.3.5 支承の点検・診断
  - 12.3.6 伸縮装置の点検・診断
  - 12.3.7 橋梁排水装置の点検・診断
  - 12.3.8 落橋防止システムの点検・診断
  - 12.3.9 高欄および地覆の点検・診断
  - 12.3.10 震災後の点検・診断
- 12.4 道路橋の補修・補強事例
  - 12.4.1 腐食
  - 12.4.2 疲労
  - 12.4.3 その他
- 12.5 震災後の補修・補強事例
  - 12.5.1 震災後の補修・補強事例

12.1.1　道路橋の役割と形式



©JSSC 2026

12.1.1　道路橋の役割と形式

平面形状による分類

直橋

主桁が直線，横桁，対傾構は主桁に対し直交配置．

断面構成は橋梁中心に対し対称．

曲線橋・斜橋

主桁が曲線形状，あるいは横桁，対傾構は主桁に対し直交せず，左右，起終点で非対称．

特に支承や主桁と横桁（対傾構）との取合部で，設計想定以上の付加応力の作用もあり，損傷が多い．

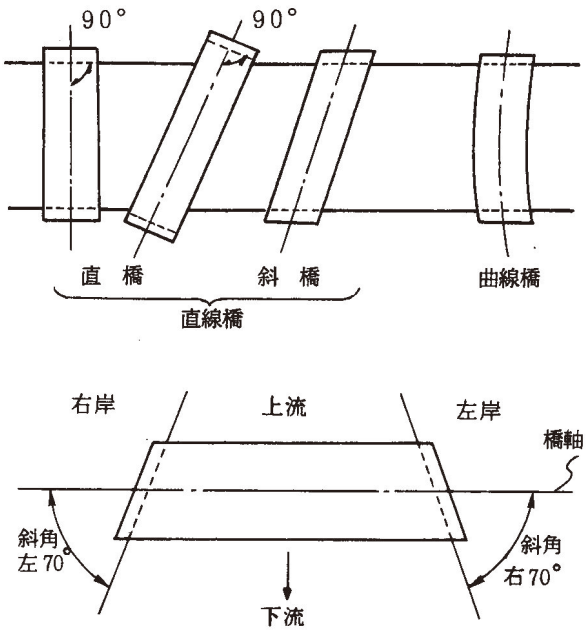


図12.1-3平面形状による分類

©JSSC 2026

12.1.1　道路橋の役割と形式

支持方式による分類

単純桁橋
- せん断力は支承部で最大，**支間中央**付近で最小
- 曲げモーメントは支間中央のせん断力が最小となる位置で**最大**，支承部でゼロ

連続桁橋
- 下部構造の沈下により，桁に大きな応力が作用する恐れ
- 中間支点部に**負の曲げモーメント**が生じる

ｹﾞﾙﾊﾞｰ橋
- ゲルバー桁の架違い部における桁端部の切欠き部など、隅角部での応力集中による，鋼材き裂やコンクリートひび割れ、ジョイント部からの漏水による腐食が発生しやすい
- 1970年代以降、**特別の理由を除き採用は減少**

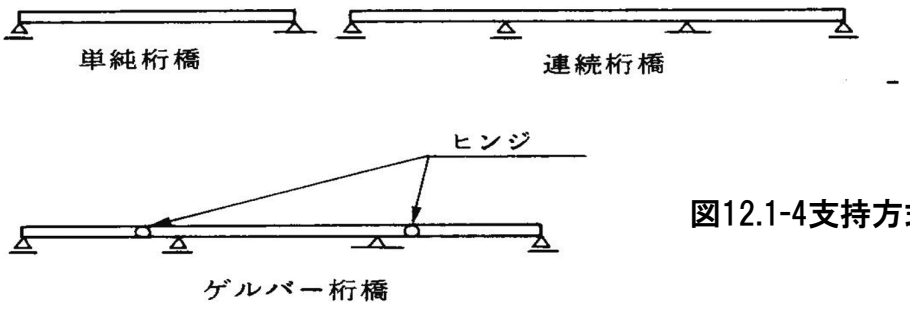


図12.1-4支持方式による分類

©JSSC 2026

12.1.2　道路橋形式の分類

プレートガーダー橋

プレートガーダー＝**一般的に用いられる形式**

I桁
- 設計，製作が**容易**，**鋼重**が小さい
- ねじれ抵抗が少ないため**直線橋**に適する
- 桁高/支間比が**1/16～1/18**，支間が**60m程度**

箱桁
- 曲げ剛性，ねじり剛性が大きく，**長支間橋**や**曲線橋**に適する
- せん断力をフランジも負担するため**ウェブ板厚**を減少でき，フランジ幅も大きくでき**鋼材厚**を減少できる
- **残留ひずみ**や**拘束応力**が生じやすい

プレートガーダー橋

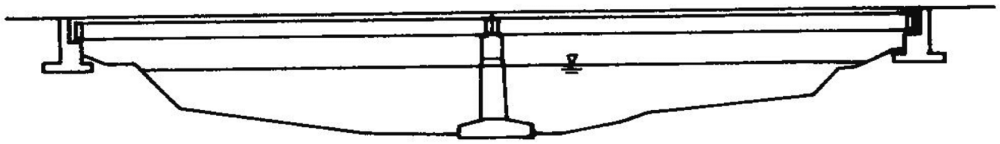


図12.1-5 上部構造の形式による分類

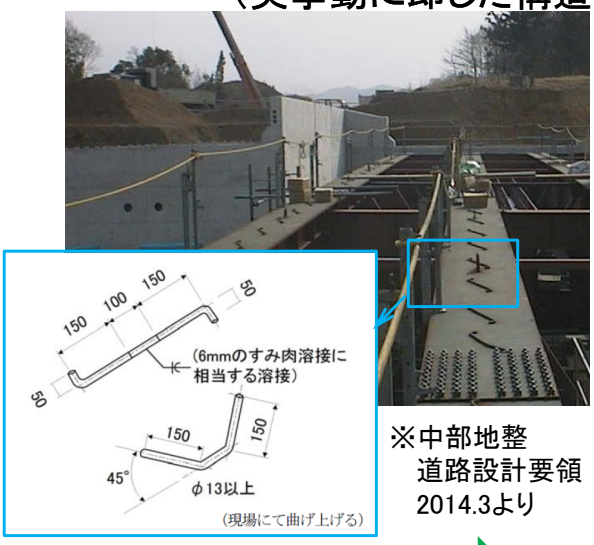
©JSSC 2026

12.1.2　道路橋形式の分類

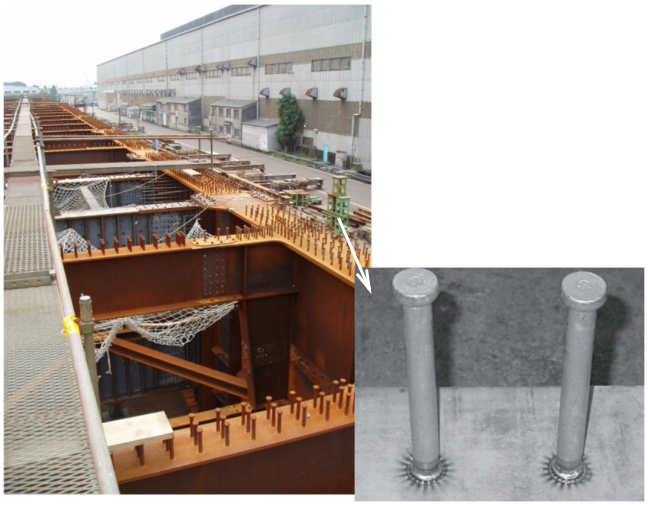
合成桁と非合成桁

非合成桁
- 桁とコンクリート床版とは接合されておらず（スラブ止めにより密着），独立した挙動を示すものとして設計．（死荷重や活荷重は桁のみで抵抗する）

合成桁
- 床版と上フランジとを剛結して，曲げ圧縮応力の一部を床版で負担（実挙動に即した構造）．



※中部地整
道路設計要領
2014.3より



※IIS石川氏提供

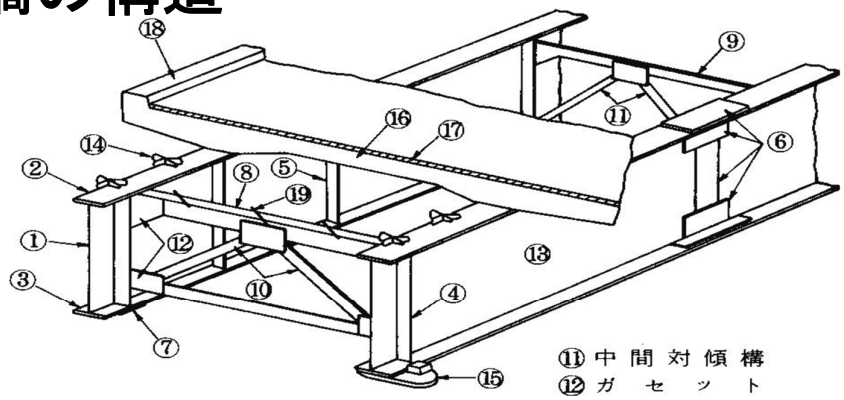
スラブアンカーで床版と結合 ⇨ 非合成桁

頭付きスタッドで床版と結合 ⇨ 合成桁

©JSSC 2026

12.1.2 道路橋形式の分類

合成桁橋の構造



① 腹板	⑥ 添接板	⑪ 中間対傾構	
② 上フランジ	⑦ ソールプレート	⑫ ガセット	
③ 下フランジ	⑧ 端支材	⑬ 主げた	
④ 端補剛材	⑨ 中間支材	⑭ ジベル	
⑤ 中間補剛材	⑩ 端対傾構	⑮ シュー	
		⑯ 床版	
		⑰ 舗装	
		⑱ 地覆	
		⑲ スラブ止め	

図12.1-10 合成桁橋の構造

・床版が損傷すると構造として不安定になる.

・補修で損傷を受けた床版を撤去すると主桁の断面性能を著しく低下させ，自重をも支持できなくなる.

・合成・非合成によらず，ずれ止めの破断事例も

©JSSC 2026

12.1.2 道路橋形式の分類

その他の形式

トラス　・軸引張材と軸圧縮材のみで構成された構造

・部材，格点（添接部）が多く，**腐食の弱点**

アーチ　・固定アーチ，ヒンジアーチ，タイドアーチに大別

・ランガー橋　→ アーチ部材は軸方向力のみ分担

・ローゼ橋　→ 軸方向力の他，曲げ，せん断も分担

アーチ部材・桁部材と**垂直材との取合が弱点**

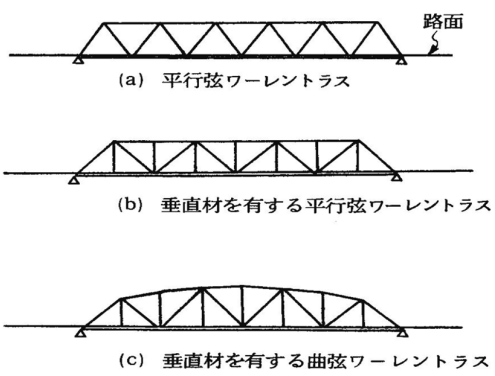


図12.1-11 ワーレントラス橋の形式

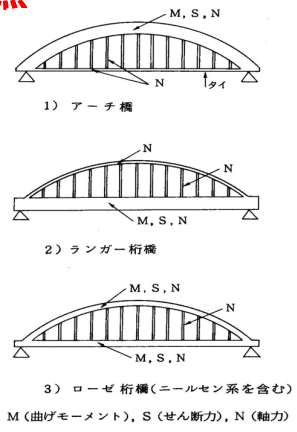


図12.1-12 補剛アーチの特徴

©JSSC 2026

12.1.2 道路橋形式の分類

その他の形式

吊　橋，斜張橋

・軽量である**鋼床版**が採用される場合が多い

・海上，海岸部に架橋されることが多く，耐風安定性が重要

当然**防食対策も課題**

ラーメン橋　・軸力，せん断力が同時に働く一連の部材で構成

・鋼単純桁と橋台を剛結化＝**ポータルラーメン橋**

鋼床版橋　・コンクリート床版に比べ重量が1/2程度

・長大橋梁，都市内高架橋に採用

・床版の**変形，発生応力**が大きい

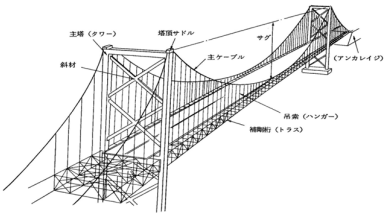


図12.1-13 吊橋の構造



写真12.1-1 ポータルラーメン橋

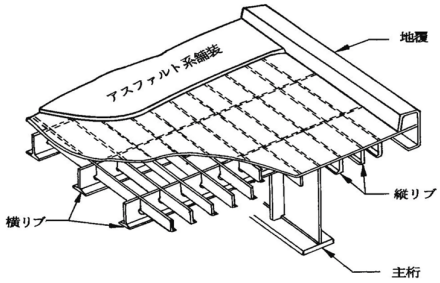


図12.1-19 鋼床版橋の構造

©JSSC 2026

12.1.3 付属物の種類と機能

支承

機能

・上部構造に加わる死荷重，活荷重，風荷重，地震時慣性力などを確実に**下部構造に伝達**

・変位，たわみ，振動，伸縮に追従し**無理な応力を解消**

上記以外にも，**浮き上がり防止，直角方向へのずれ止め**

支持機能による分類

固定支持型，可動支持型，弾性支持型

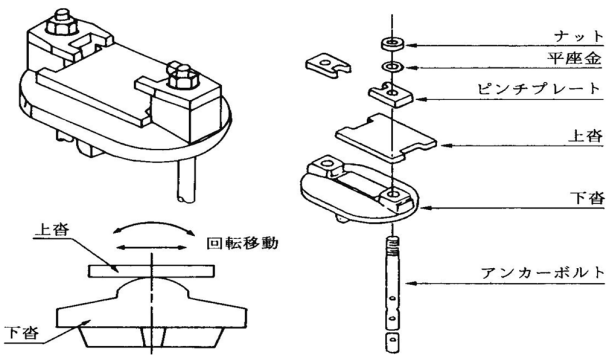


図12.1-20 線支承

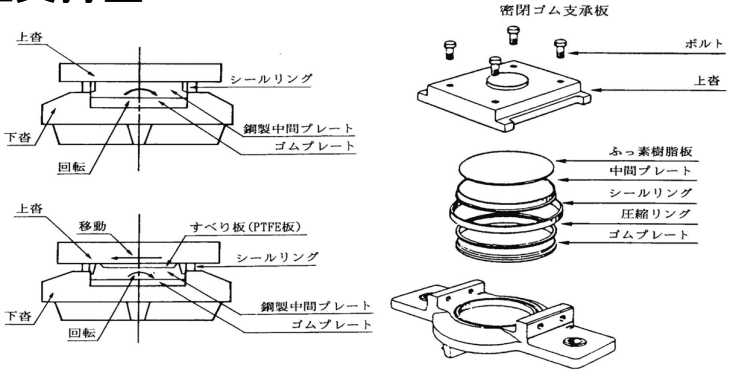


図12.1-21 支承板支承

©JSSC 2026

12.1.3 付属物の種類と機能

鋼製支承

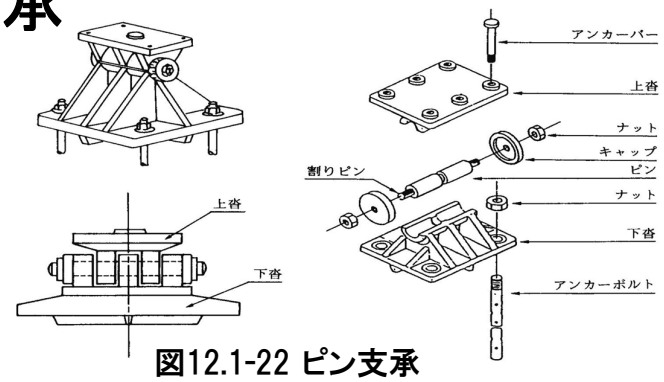


図12.1-22 ピン支承

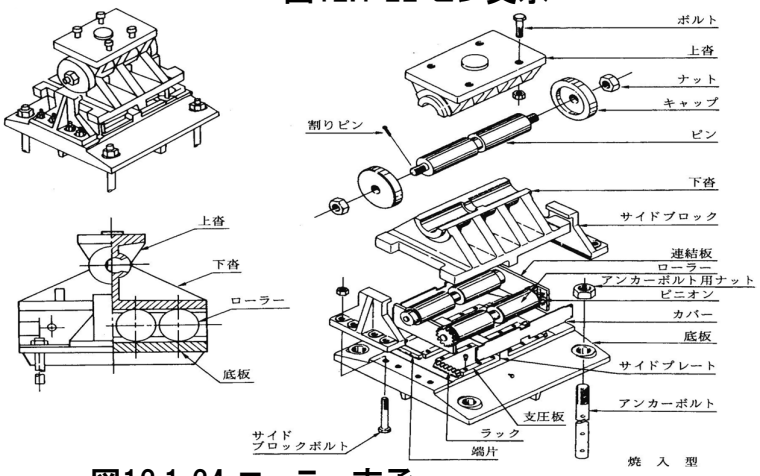


図12.1-24 ローラー支承

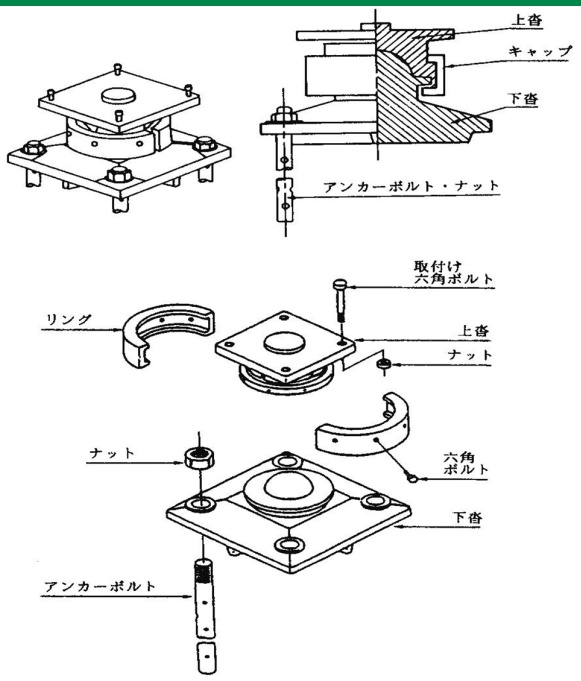


図12.1-23 ピボット支承

各部の名称だけでなく、
その機能について理解が必要

©JSSC 2026

12.1.3 付属物の種類と機能

ゴム支承の種類と形状

・移動・回転ともに全方向に可能
・固定・可動の使い分けは，ゴム支承とは別にアンカーバーなどによる**移動制限**機構を設ける

・帯状ゴム支承
・パッド型ゴム支承
・固定型ゴム支承→別途，固定機能必要
・可動型ゴム支承（せん断型）（すべり型）
・地震時水平力分散ゴム支承
・免震ゴム支承
　高減衰ゴム支承 （HDR，HDR-S）
　鉛プラグ入りゴム支承（LRB，SPR）

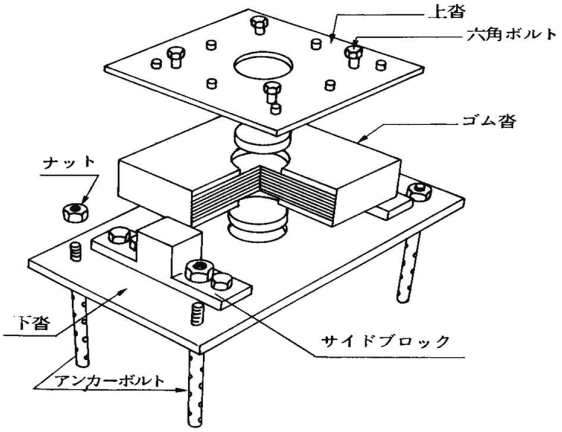


図12.1-26 免震支承（高減衰ゴム支承）

©JSSC 2026

12.1.3 付属物の種類と機能

鋼製支承とゴム支承の特徴

鋼製支承の利点

面積が小さい，**低コスト**，大きな回転に追従可

鉛直振動（変位）が少ない，負反力の支持に優れている

設置温度に施工が左右されにくい

鋼製支承の欠点

じん性に乏しい，沓高が高い，腐食，**単独での免震化が難しい**

ゴム支承の利点

大きな変形性能，弾性支持で地震衝撃力の緩和

ひずみ硬化域で移動制限，沓高が低い，腐食しにくい

ゴム支承の欠点

面積大，高コスト，大きな回転に追従難．**鉛直振動の助長，路面段差の発生，曲線桁での支承配置が難しい**

©JSSC 2026

12.1.3 付属物の種類と機能

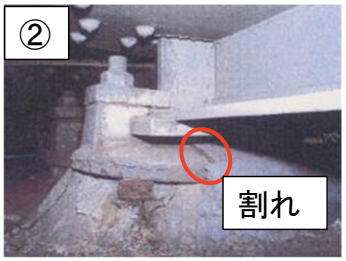
設計年次と支承の損傷との関係

① 昭和38年以前の道示によって設計された支承は，地震時に**アンカーボルトの損傷**が生じやすい（本数）

② 昭和47年の耐震設計指針以後の設計でも，鋳鉄（FC）材を使用した支承は地震時に**脆性的な破壊**が生じやすい

③ 昭和47年の耐震設計指針以後の設計でも，支承の隅角部に面取りがないものは**地震時に損傷**しやすい

④ 昭和47年の下部構造設計指針で設計され，支承縁端距離が不足しているものは，地震時に**沓座コンクリートの損傷**が生じやすい





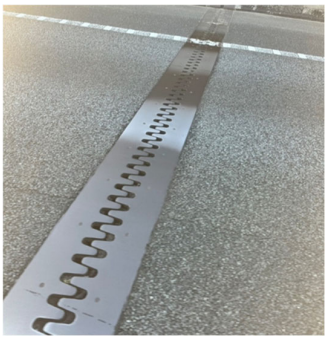


※写真②は（公社）土木学会 鋼構造シリーズ25 「道路橋支承部の点検・診断・維持管理技術」 より
※写真③,④は日本鋳造 朝倉氏提供

©JSSC 2026

12.1.3 付属物の種類と機能

伸縮装置



鋼製フィンガージョイント

機　能

橋の温度変化，コンクリートのクリープや乾燥収縮，活荷重等による桁端の伸縮及び回転変位に対して，車輪が**橋面を支障なく走行**できるための部材



ゴムジョイント

特　徴

路面の接続点に設置されるため，**直接輪荷重の繰り返しを受ける**，そのために橋梁構造の中で最も損傷を受けやすく破損しやすい部位であり，**補修工事の頻度も高い**

©JSSC 2026

12.1.3 付属物の種類と機能

伸縮装置

種　類

使用**材料**による分類　：　鋼製ジョイント，ゴムジョイント

支持形式による分類　：　突き合わせ型，荷重支持型

（As舗装体で伸縮を吸収する切削目地，埋設ジョイント）

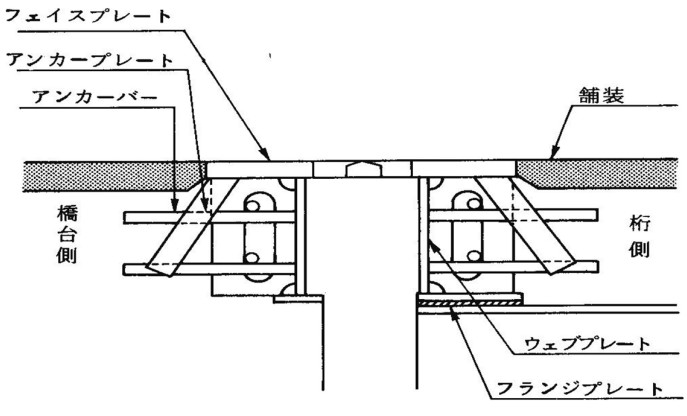


図12.1-28 鋼製フィンガージョイント

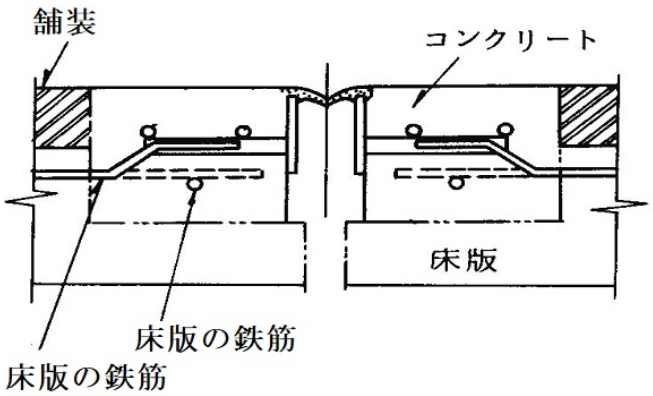


図12.1-29 ゴムジョイント(突合わせ型)

©JSSC 2026

12.1.3 付属物の種類と機能

橋梁排水装置，落橋防止システム

排水装置

・排水ますと排水管で構成

・排水装置の破損に伴う**塩害**

落橋防止システム

・桁かかり長，落橋防止構造，横変位拘束構造で構成

・常時，**桁回転や移動**を拘束しない

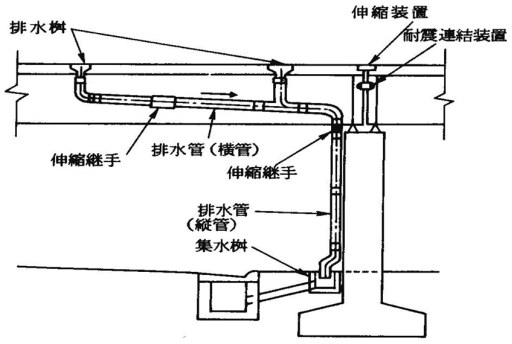


図12.1-33 橋梁排水ます

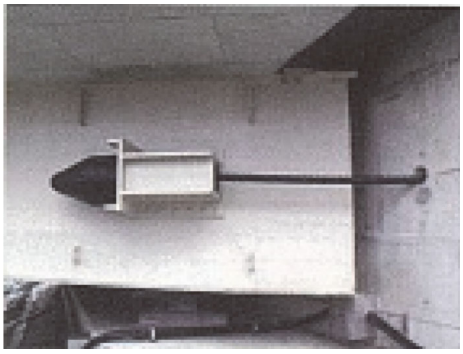


写真12.1-2 落橋防止装置
【出典：日本道路協会道路橋点検必携
図-3.2.22，p58，2015】

©JSSC 2026

12.3.1 点検・診断の手法

鋼道路橋の維持管理の考え方

『道路橋定期点検要領』では，橋長2.0 m 以上のものを対象
点検間隔は5年に1回の頻度を基本，必要に応じて5年より短い間隔も検討

点検により把握した変状を確実に補修に繋げるため，点検から補修に至る一連のメンテナンスサイクルを着実に実践することが必要

・**初期点検**：　構造物の完成後の**初期状況を把握**するため，
使用開始前に近接目視および打音により行う点検
⇒**イニシャルデータとして**，以降の点検結果の評価に用いる

・**日常点検（通常点検）**：　主に外観目視や車上感覚により行う点検

・**定期点検**：　構造物の健全性の把握，第三者被害を未然に防止することを目的とした点検

・**臨時点検（異常時点検）**：　地震や異常気象あるいは衝突などが発生した場合に行う点検

©JSSC 2026

12.3.1　点検・診断の手法

点検・診断の分類

「健全性の診断の区分」のいずれに該当させるのかを決定

表12.3-1 健全性の診断の区分

区分		定義
Ⅰ	健全	道路橋の機能に支障が生じていない状態
Ⅱ	予防保全段階	道路橋の機能に支障が生じていないが，予防保全の観点から措置を講じることが望ましい状態
Ⅲ	早期措置段階	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり，早期に措置を講ずべき状態
Ⅳ	緊急措置段階	道路橋の機能に支障が生じている，又は生じる可能性が著しく高く，緊急に措置を講ずべき状態

次回定期点検までに行うことが望ましいと考えられる措置の内容を検討

監視，修繕，撤去，通行規制などの措置の内容を反映

©JSSC 2026

12.3.2　鋼橋の点検・診断

鋼道路橋全体に現れる損傷

以下の現象は上部構造，橋梁付属物，基礎・下部構造の変状が原因

異常たわみ：主桁や主構の垂れ下がり，せり上がり
　　地覆，高欄の通りを見通すことでその異常が発見される

異常音　　：部材接合部の空隙や破損により，たたき音やきしみ音が発生

異常振動　：車両走行時の橋梁振動が異常と思われる状態
　　損傷が生じている可能性が高いため注意が必要

塗膜劣化・腐食：滞水（支承），結露（桁橋），飛来塩分（格点部）
　　点検と同時に腐食の原因調査も併せて行うことが必要

異常遊間　：桁とパラペットまたは支承や伸縮装置が接触
　　橋台や橋脚の不等沈下，転倒等が生じていることも

©JSSC 2026

12.3.2 鋼橋の点検・診断

鋼道路橋を構成する部材・部位に生じる損傷

一般に鋼道路橋では、以下の損傷のうち，**疲労き裂**と**腐食関連**の損傷が**半分以上を占める**

・き裂：繰返し荷重により主に**溶接部に生じる疲労き裂**

地震や車両の衝突など過度の外力により生じる割裂

・変形・破損：主として**圧縮部材に生じる座屈変形**

地震力や車両の衝突による部材の永久変形

・高力ボルトの破断：F11T やF13T などには**遅れ破壊**の問題

・リベットの緩み：接合性は非常に良いが，施工不良や腐食の問題

・腐食：全体にわたってほぼ均等に生じる全面腐食→耐荷力に影響

孔食のように生じる局部腐食⇒耐荷力とともに疲労強度に影響

※海岸線から離れた環境でも，**凍結防止剤の散布により孔食が発生**

©JSSC 2026

12.3.2 鋼橋の点検・診断

部材・部位から類推される損傷

表12.3-2 鋼道路橋の部材・部位と損傷の関係

部材・部位	損傷の種別				
	異常たわみ	異常音	異常振動	腐食	遊間
桁全体	○	○	○		
床版	○		○	○	
路面	○		○		
高欄	○		○		○
伸縮装置	○	○	○	○	○
支承	○	○	○	○	○
橋台・橋脚					○
橋台周辺部の石積み，盛土等					○

©JSSC 2026

12.3.2 鋼橋の点検・診断

点検の着目箇所(腐食)

鋼道路橋の**塗膜劣化を促進させる環境因子**の調査結果

・田園などのマイルドな環境に設置された鋼桁に付着する塩素イオン

・鋼桁に付着する塩素イオン量，pH および導電率の値は測定年によってかなりの変動がある

・塗膜表面に付着している汚染物質は経年的に累積されていくものではなく，短期間の環境変化を示すいわゆる非経年事象

一般には塗膜に付着する飛来塩分量の影響は，海岸線に近い橋梁だけを対象に考えられているが，

・**凍結防止剤の散布による影響が非常に大きい**こと

・**塗膜汚染物質の付着量は累積されるものではない**こと

に留意して点検することが大切

12.3.2 鋼橋の点検・診断

点検の着目箇所(腐食)

地山や並列道路橋の影響を受ける範囲

・s≦5mかつh≦2m
・d≦3mかつf≦10m

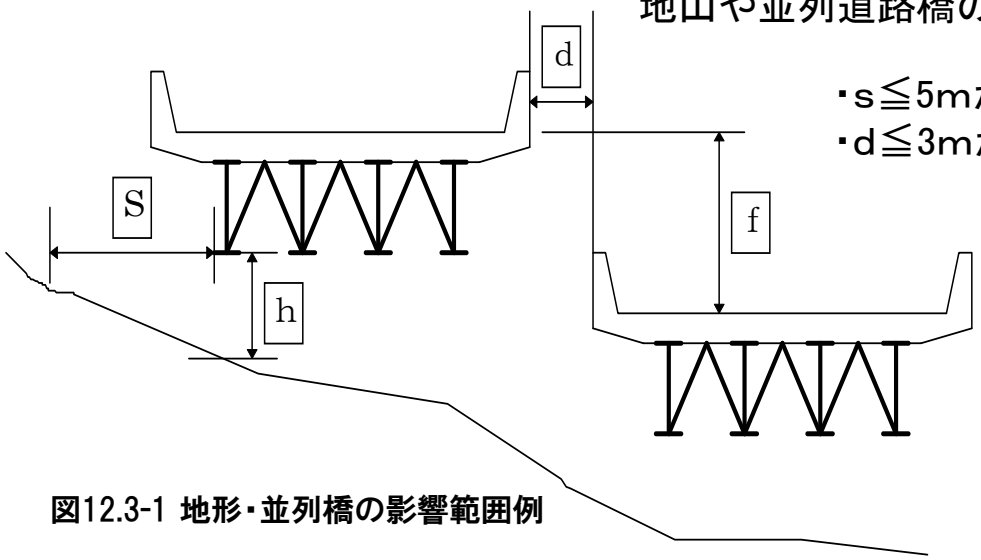


図12.3-1 地形・並列橋の影響範囲例

海岸線から十分に離れており，かつ凍結防止剤の散布を行わない地域においても，**地山や並列橋梁との離隔**の影響により耐候性鋼材の使用が適さない条件もあるため留意が必要

12.3.2 鋼橋の点検・診断

点検の着目箇所(腐食)

溶融亜鉛めっき橋の特徴

溶融亜鉛

めっきは防食性に優れ，一般的に亜鉛のガルバニック作用により優秀な防食性を維持，**塩分の影響**を受ける海岸地域では**めっき皮膜の腐食減量**は他の地域に比べて**大きい**

特に雨水によって付着塩分が洗い流されない部位では腐食速度が速い

交通量の多い市街地の溶融亜鉛めっき橋では長期的な防食性を期待できるが，海塩粒子の影響を受ける海岸近くの溶融亜鉛めっき橋では，腐食減量から考えると**概ね二十～三十年が防食寿命**

12.3.2 鋼橋の点検・診断

疲労損傷の多い橋梁の特徴

・**供用後10 数年**以上経過している

・**大型車交通量が多い**

・1956 年(昭和31 年)または1964 年(昭和39 年)の道示設計

・補修や補強を行った補強部材によって剛性が変化し，近接部位に新たなき裂が発生

特異な**補修・補強部位では注意**が必要

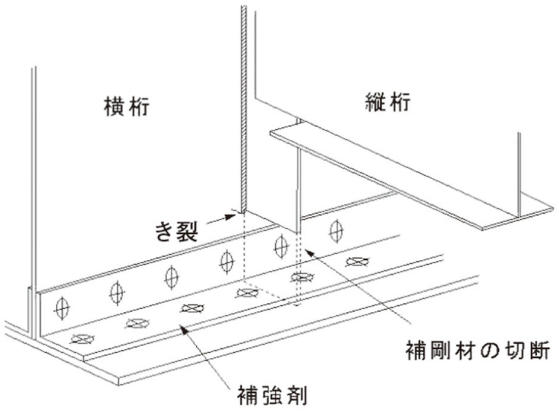


図12.3-7 補修・補強箇所のき裂

12.3.5 支承の点検・診断

支承の点検における留意点

目視で確認できない損傷もあり，車両走行時の発生音・振動などから損傷の有無を推測することができる

① 点検時の外気温度を考慮して支承の移動状況を点検

② 桁端支点部が損傷している場合は，伸縮装置に段差が生じていないか

③ 曲線桁の場合は，支承の据付け方向と移動方向が異なる場合もあり

④ 側径間が著しく短いなど、負反力が発生する構造形式は要注意.

⑤ ごみや土砂などの堆積や伸縮装置からの漏水は支承腐食の原因

⑥ 支承の回転機能や移動機能が低下している場合は，ソールプレートの溶接部などで疲労き裂の恐れ

©JSSC 2026

12.3.4 支承の点検・診断

支承の点検における着目箇所

比較的損傷が多くみられる箇所

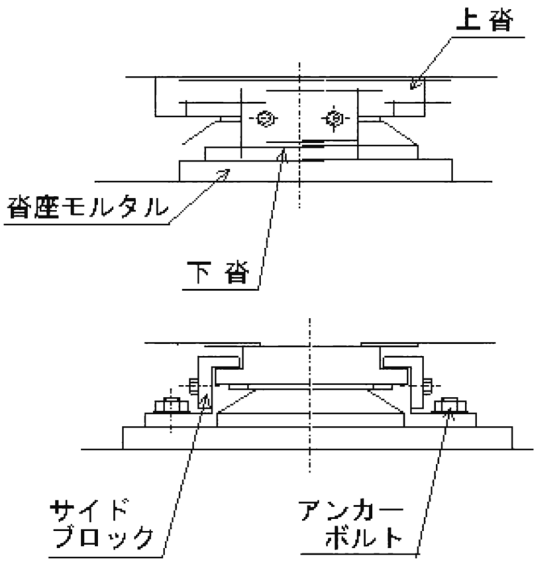


図12.3-9 支承板支承点検の着目箇所

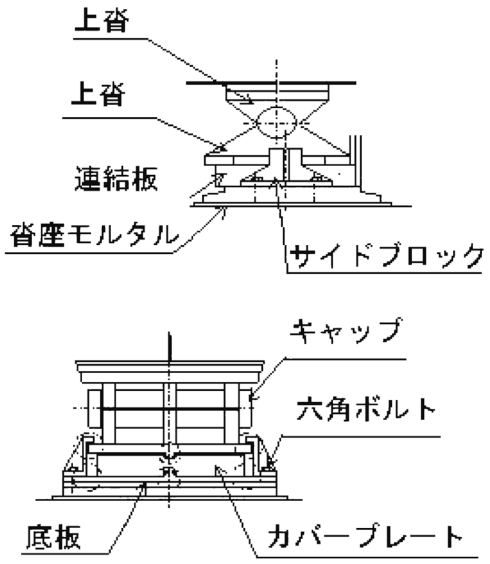


図12.3-10 複数ローラー支承点検の着目箇所

©JSSC 2026

12.3.6 伸縮装置の点検・診断

伸縮装置の点検における留意点

・伸縮装置の損傷や欠陥は，直接的に通行車両だけでなく，橋梁にも影響

・伸縮装置本体損傷の主な原因は輪荷重による繰返し衝撃．しかし他の部分の不具合が現れていることも

・主な損傷は，伸縮装置本体の損傷，目地周辺の損傷，後打ち材や舗装の損傷，段差，漏水および異常音など

・通常と異なる要注意の損傷や変状

① 極端に過大な伸縮量または段差を生じた場合

② 原因不明の異常音が発生した場合

③ 火災，地震など異常事態によって損傷を生じた場合

④ 一度補修した箇所に早期に同様の損傷が再発した場合

12.3.5 伸縮装置の点検・診断

伸縮装置の点検における着目箇所

比較的損傷が多くみられる箇所

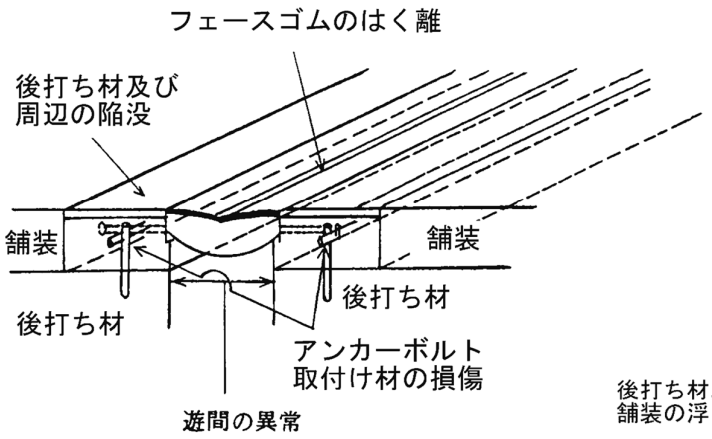


図12.3-13 ゴムジョイント(荷重支持型)
点検の着目箇所

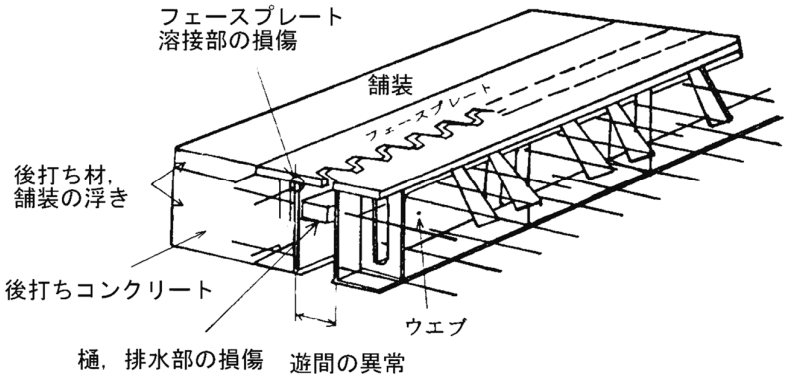


図12.3-14 鋼製フィンガージョイント
点検の着目箇所

12.3.7 橋梁排水装置の点検・診断

橋梁排水装置の点検における留意点

・橋面の雨水を速やかに排除する機能

・橋梁下への漏水を防止することによって鋼橋部材の腐食とコンクリートの劣化を防止し，さらには第三者への影響を防止する機能

・排水管または排水ますの詰まりは日頃の維持管理で防ぐことができる

・橋梁排水装置の損傷

①排水ます本体の損傷（鉄蓋の破損など）

②じん埃等による排水ますの詰まり

③排水管本体の損傷（腐食，割れ）

④排水管の接続部の損傷（継手の脱落，溶接部の割れなど）

⑤取付け金具の損傷（腐食，破損）

⑥じん埃等による排水管の詰まり（受けますの詰まり）

©JSSC 2026

1. 土木鋼構造診断士・診断士補の資格制度

2. 道路橋の点検・診断

3. 疲労に関する基礎知識

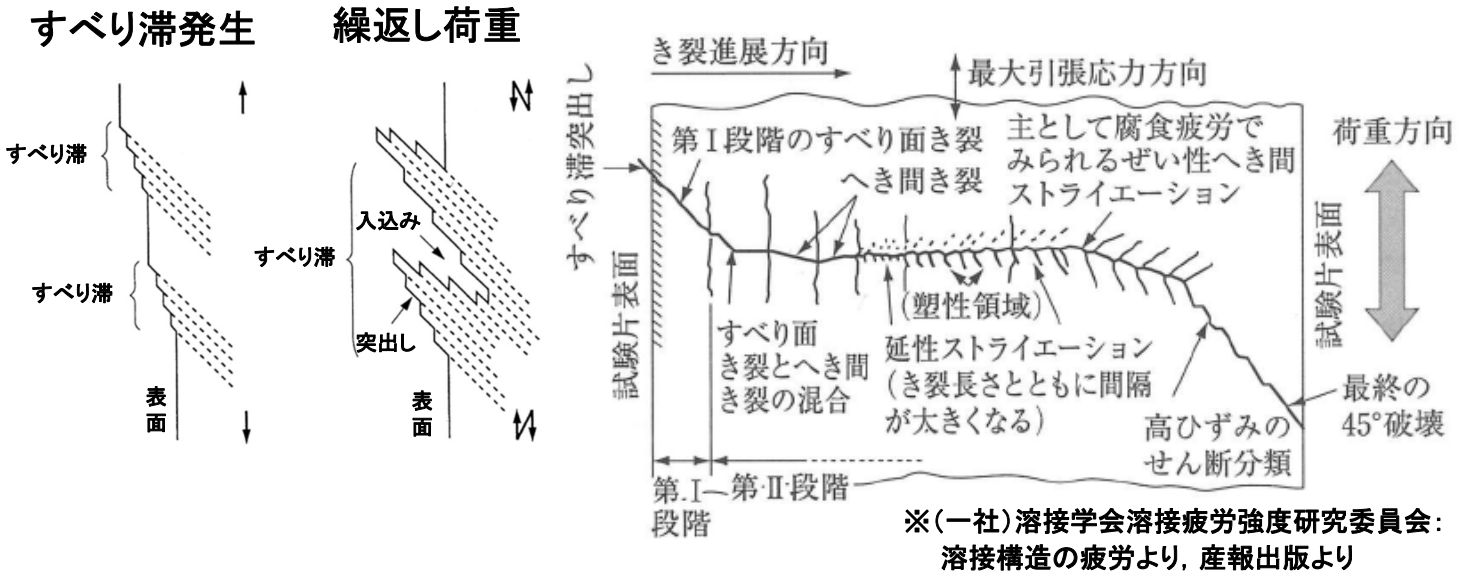
疲労とは

金属材料に応力が繰返し負荷されると、その応力振幅が静的引張強さや降伏強さより小さくても疲労破壊が生じる。

疲労き裂の発生は、

①金属表面ではミクロ的に見ると実際の降伏強度より小さくても（鋼材では降伏強度の1/3程度）、一部にせん断応力よる塑性変形ですべり帯が発生、
②荷重が繰り返されることによってすべり帯に沿って凹凸（すべり帯突出し，入込み）が形成され、表面切欠きとなって微小き裂へと成長する。
③微小き裂はさらに成長し、ついにはき裂どうしが結合しあって大きなき裂に成長して進展、構造物の破壊に至る。

疲労き裂発生メカニズム



※（一社）溶接学会溶接疲労強度研究委員会：溶接構造の疲労より，産報出版より

- 第Ⅰ段階はせん断すべりに起因し、45度方向。大きさは1結晶粒程度（10～20μm）。第Ⅱ段階からは主に最大主応力直角方向。
- き裂は金属結晶粒内、あるいは粒界に生じる。
- 疲労の過程はき裂の発生と伝播（進展）という2つに大別される。

疲労破壊の分類

応力の大きさと繰返し数による分類

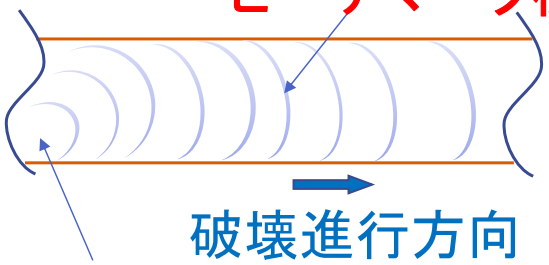
○高サイクル疲労
　疲労限度近くの比較的低い応力が繰返され、多くのサイクルが繰返された後に疲労に至る。

○低サイクル疲労
　降伏点に近い高い応力が繰返され、比較的少ないサイクル（10^4サイクル以下程度）で破壊に至る。

・超高サイクル（ギガサイクル）疲労（10^7以上）
・極低サイクル疲労（数回～数10回）

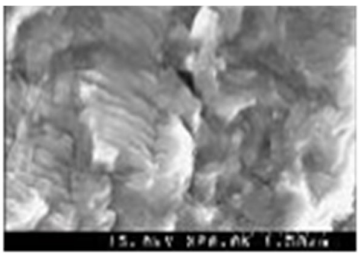
疲労破壊の巨視的様相と微視的様相

〔マクロ破面〕



破壊の発生点

〔ミクロ破面〕



ストライエーション



き裂進展方向

疲労破面の拡大写真で疲労破面に特有な縞模様，ストライエーションが観察される。

※ミクロ破面写真は日鉄テクノロジー(株)提供

※破面から破壊起点の推定が可能．き裂進展速度を推定する方法もある

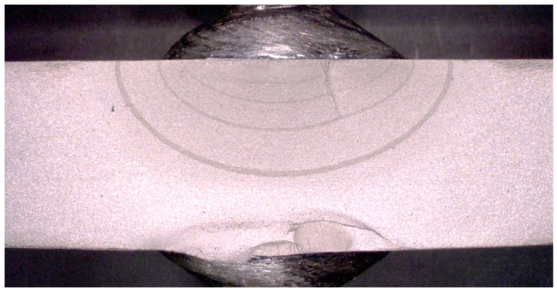
疲労破面（マクロ破面）の例



ボルト軸部



溶接継手（面外ガセット溶接継手）



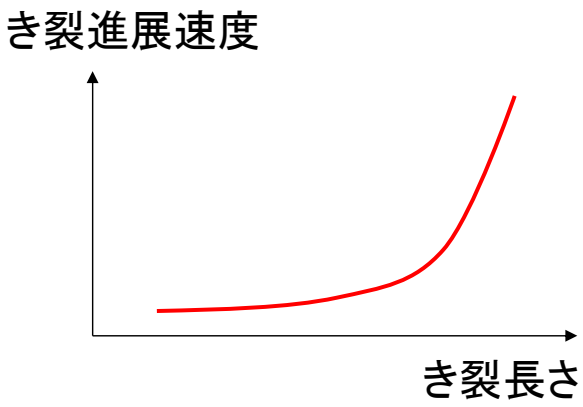
ビーチマークの例（面外ガセットのビーチマーク試験結果）

※実構造物では腐食により判別が困難な場合が多い

疲労き裂の進展

き裂進展速度の特徴

き裂が小さい ⟹ 進展速度小
き裂が大きい ⟹ 進展速度大

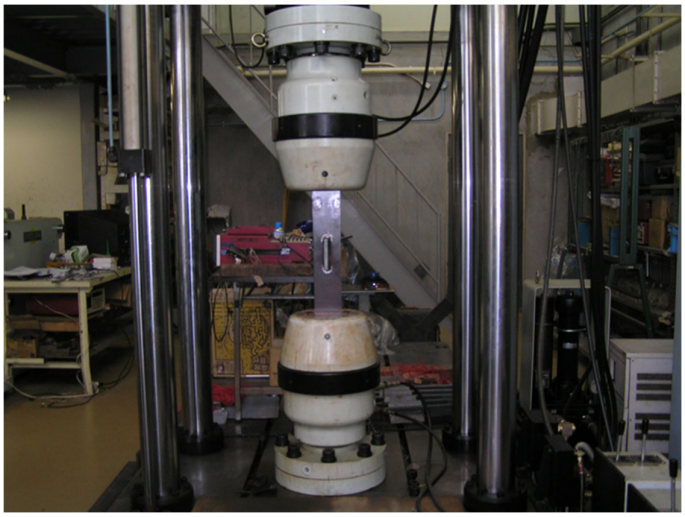


点検間隔・対策の容易さなどを考慮すると、極力、き裂が短いうちに発見するべき

応力状態によってはき裂進展に伴い進展速度が遅くなるき裂もある

疲労試験

一軸疲労試験（引張・圧縮）



・油圧サーボ型の疲労試験機
・荷重繰返し速度は10Hz前後
・寿命は試験体の破断

桁疲労試験

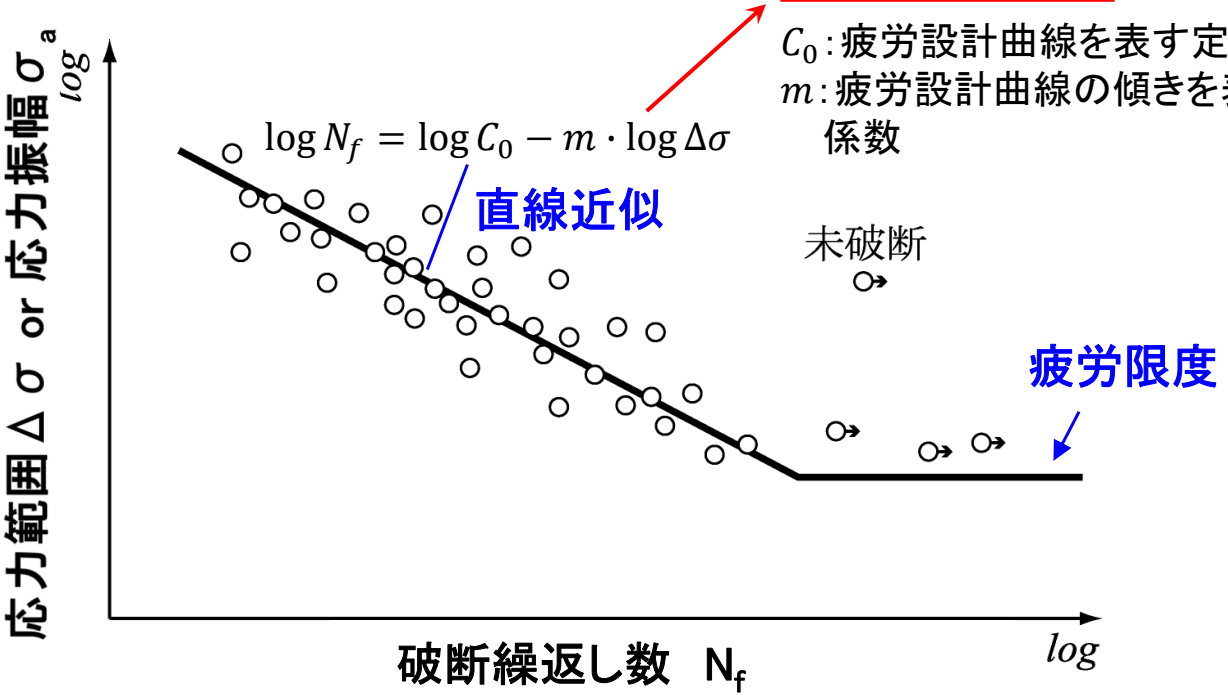


・油圧サーボ型の疲労試験機
・荷重繰返し速度は1Hz前後
・寿命は板貫通、き裂長で決定等

疲労設計曲線（S-N線）

$$\Delta\sigma^m \cdot N_f = C_0$$

C_0：疲労設計曲線を表す定数
m：疲労設計曲線の傾きを表す係数



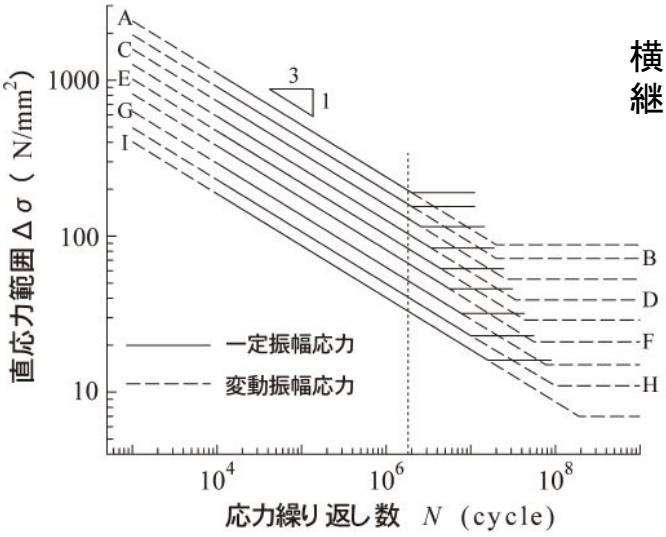
※疲労試験結果を両対数グラフで整理

JSSC疲労設計曲線

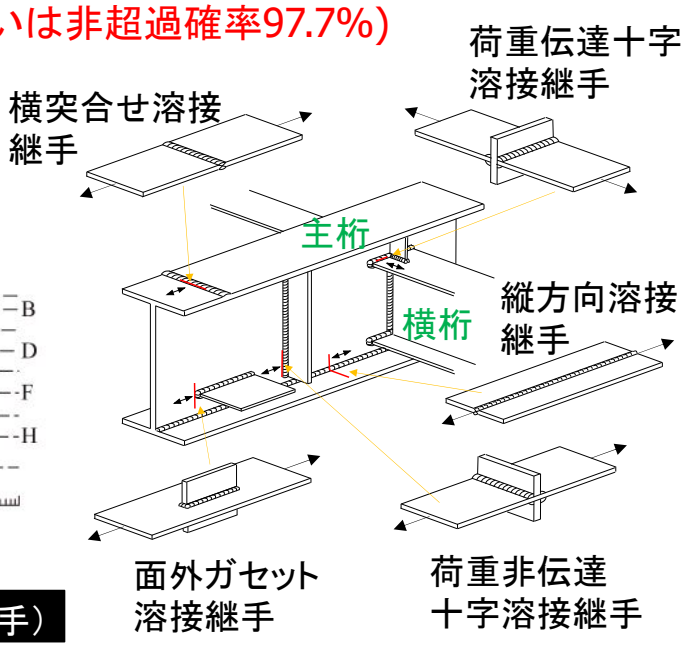
日本鋼構造協会(JSSC)疲労設計指針　　A～I等級に分類

実構造物の継手をモデル化した試験体を用いた膨大な数の疲労試験結果より定められている

(設計曲線は試験データの下限あるいは非超過確率97.7%)



JSSCの疲労設計曲線(直応力を受ける継手)



©JSSC 2026

溶接継手の疲労

なぜ溶接部からき裂が生じやすいのか

溶接部は,

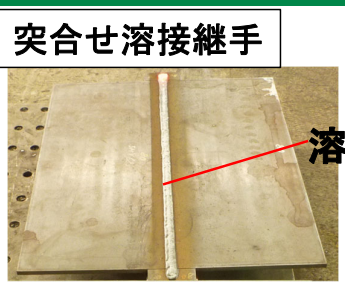
熱影響:溶接時に導入される残留応力
欠　陥:溶接時の微小なきず
形　状:継手形状による応力集中

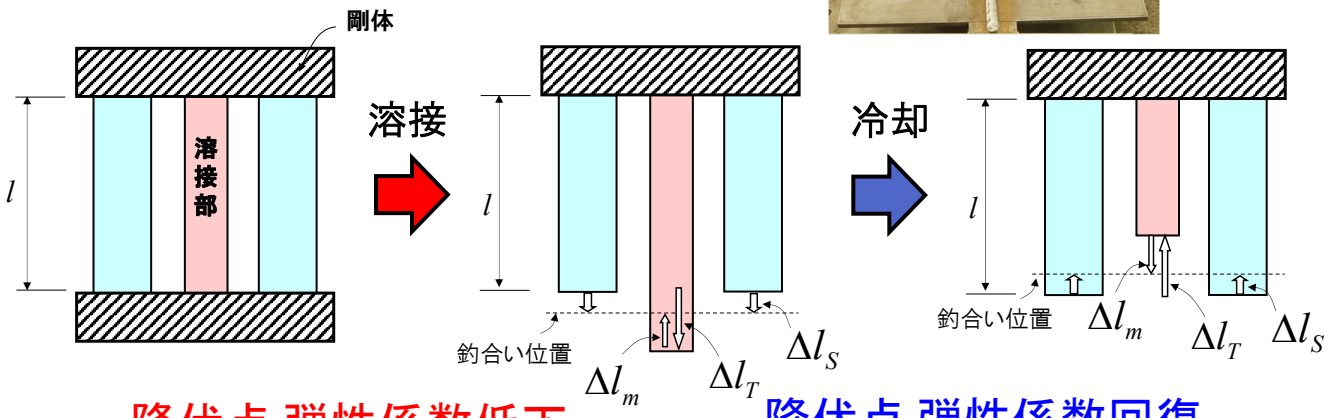
の要因により鋼素材(非溶接部材)に比べて疲労強度は低い

疲労強度に影響する要因

―熱影響―

溶接残留応力の発生機構





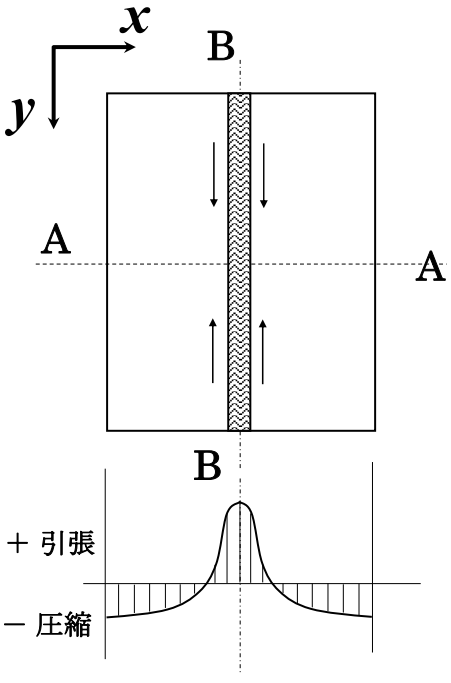
降伏点,弾性係数低下
溶接部はΔl_T伸びようとするが，周辺に拘束されてΔl_m縮んだ状態となる（圧縮側に降伏）

降伏点,弾性係数回復
溶接部はΔl_T縮もうとするが，周辺に拘束されてΔl_m伸びた状態となる（引張側に降伏）.

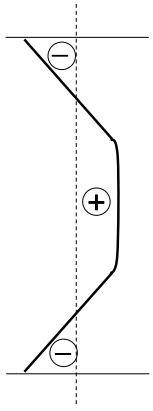
➡ 溶接部近傍には降伏に近い引張応力が残留する

疲労強度に影響する要因

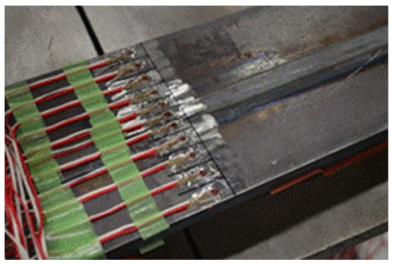
―熱影響―

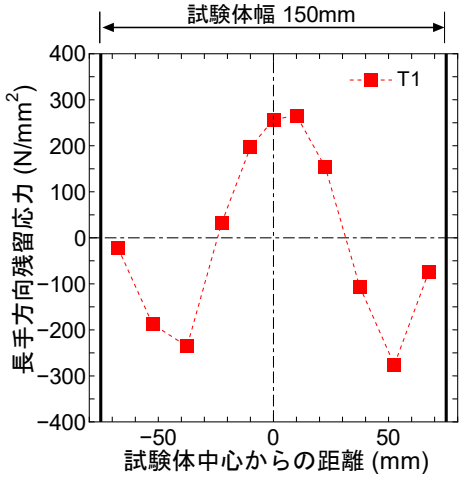


A-A断面
残留応力σ_yの分布



B-B断面
残留応力σ_xの分布





残留応力計測（切断法）

※溶接止端部には引張残留応力が導入されているケースが多い

疲労強度に影響する要因

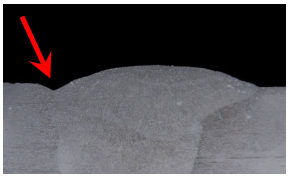
－欠　陥－

- **外部欠陥**

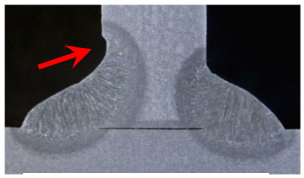
  許容値あり：ｱﾝﾀﾞｰｶｯﾄ,気孔(ﾋﾟｯﾄ),ﾋﾞｰﾄﾞ表面の凹凸
  許容しない：溶接割れ,ｵｰﾊﾞｰﾗｯﾌﾟ,溶落ち，垂れ込み等

- **内部欠陥**

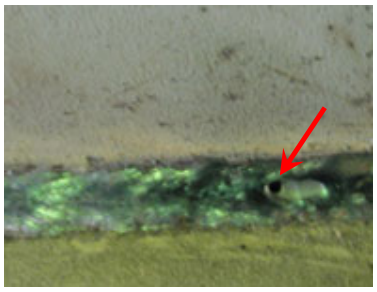
  溶接割れ,溶込み不良，気孔（ﾌﾞﾛｰﾎｰﾙ），融合不良，
  ｽﾗｸﾞ巻込み等　⇒種類によらず寸法に許容値あり



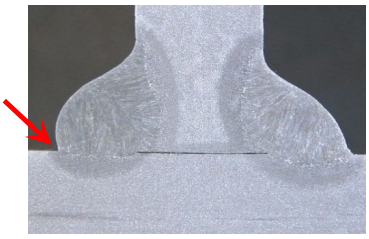
突合わせ溶接



すみ肉溶接



ｱﾝﾀﾞｰｶｯﾄ



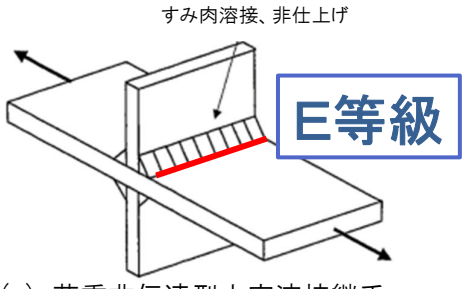
ﾋﾟｯﾄ

ｵｰﾊﾞｰﾗｯﾌﾟ

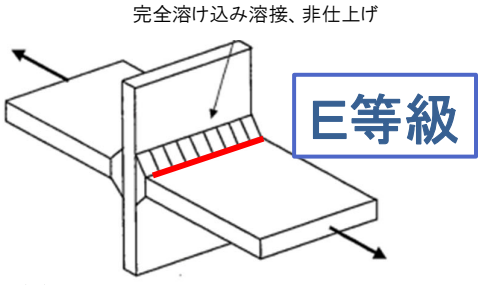
疲労強度に影響する要因

－形　状－

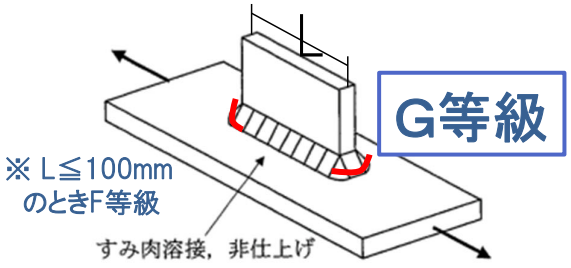
- 疲労き裂は溶接継手部などの応力集中箇所で発生し進展
- 継手形状により疲労強度は異なる（応力集中の大きい溶接継手の疲労強度が低い）



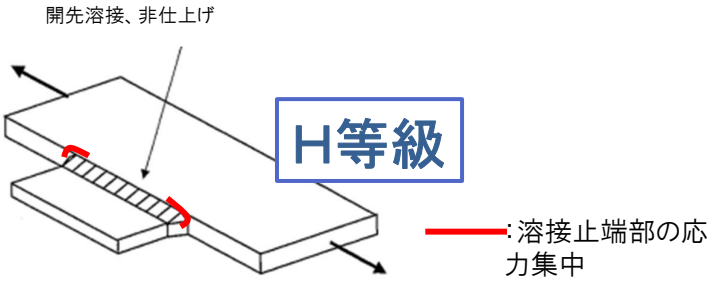
（a）荷重非伝達型十字溶接継手



（b）荷重伝達型十字溶接継手



（c）面外ガセット継手

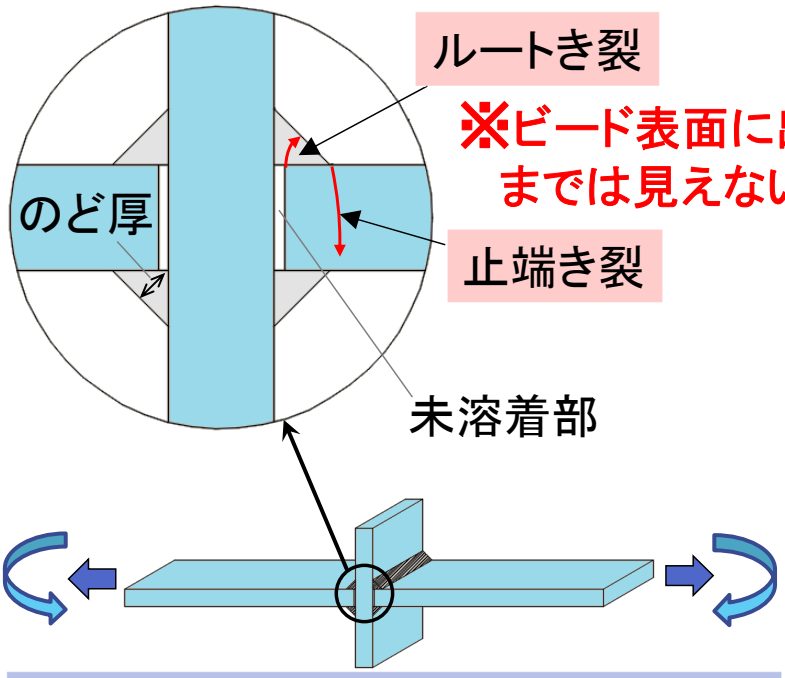


（d）面内ガセット継手

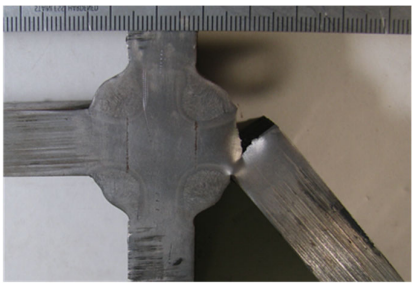
疲労強度に影響する要因

－形　状－

溶接止端き裂とルートき裂



例：荷重伝達型十字すみ肉溶接継手



止端き裂

⇒ 形状改善（仕上げ）が有効



ルートき裂

⇒ のど厚，溶込み確保が有効

総まとめ

1．土木鋼構造診断士・診断士補の資格制度

- 資格制度紹介

2．道路橋の点検・診断

- 土木鋼構造物の点検・診断・対策技術書籍の紹介
- 道路橋の基礎知識
- 鋼橋と支承，伸縮装置等の点検・診断

3．疲労に関する基礎知識

- 疲労き裂発生のメカニズム
- 疲労設計曲線
- 疲労強度に影響する要因：熱影響・欠陥・形状