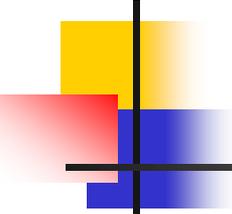


3) 鋼橋の補修事例について



一般
社団法人 **日本橋梁建設協会**
Japan Bridge Association

保全委員会 保全第二部会



目次

I . 鋼橋の補修・補強

- I . 1 補修・補強における考え方
- I . 2 鋼橋の補修・補強工法の選定
- I . 3 鋼橋の補修・補強工法の種類

II . 主構造の補強事例

I.1 補修・補強における考え方

対策の判定

対策が必要と判定される場合として、たとえば以下が挙げられる。

- ①現状で橋梁が保有する性能が低下しており、維持管理限界に達しているか超えている場合。
- ②現状では問題がなくても、劣化予測の結果、残存予定供用期間中に橋梁の性能が低下する可能性が高い場合。
- ③作用荷重や耐震性に対する設計基準等が見直され、基準に適合させる必要がある場合。

同様に、目標とする性能のレベルにも 図-8.1.1 に示すように、以下の3つが考えられる。

- ①供用開始時の性能と維持管理限界の中間の性能（補修）
- ②供用開始時の性能（補修）
- ③供用開始時の性能よりも高い性能（補強）

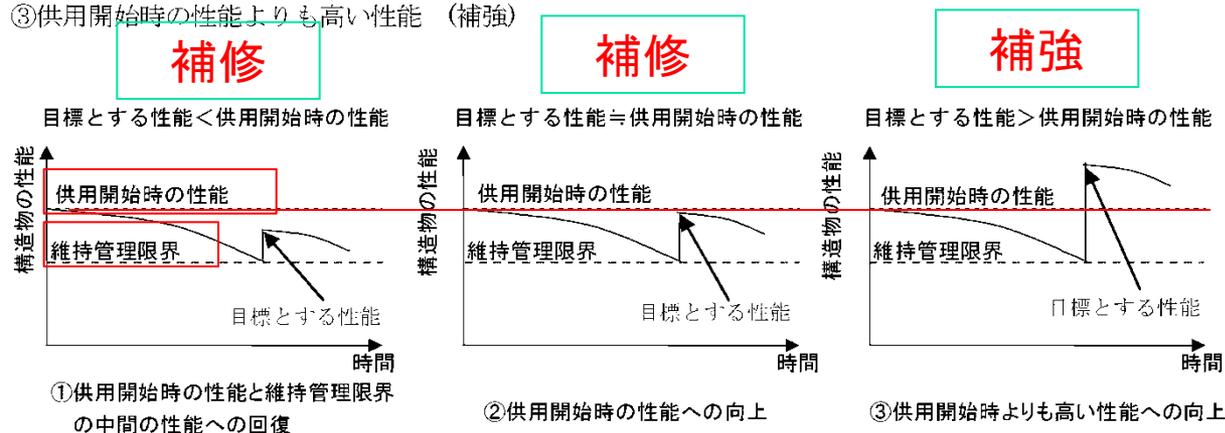


図-8.1.1 目標とする性能のレベル

I.1 補修・補強における考え方

補修・補強工事には、既設構造物を損傷させることのない、有効で確実な工法を選定する。

(1) 補修・補強の定義

【補 修】

部材劣化や構造物の劣化進行を抑制し、耐久性、機能性を回復させる。

【補 強】

部材や構造物の耐荷性や剛性などの力学的な性能を向上させる。

(2) 補強の実施要因

社会的要因

交通量の増大

車両の大型化

橋の安全性確保

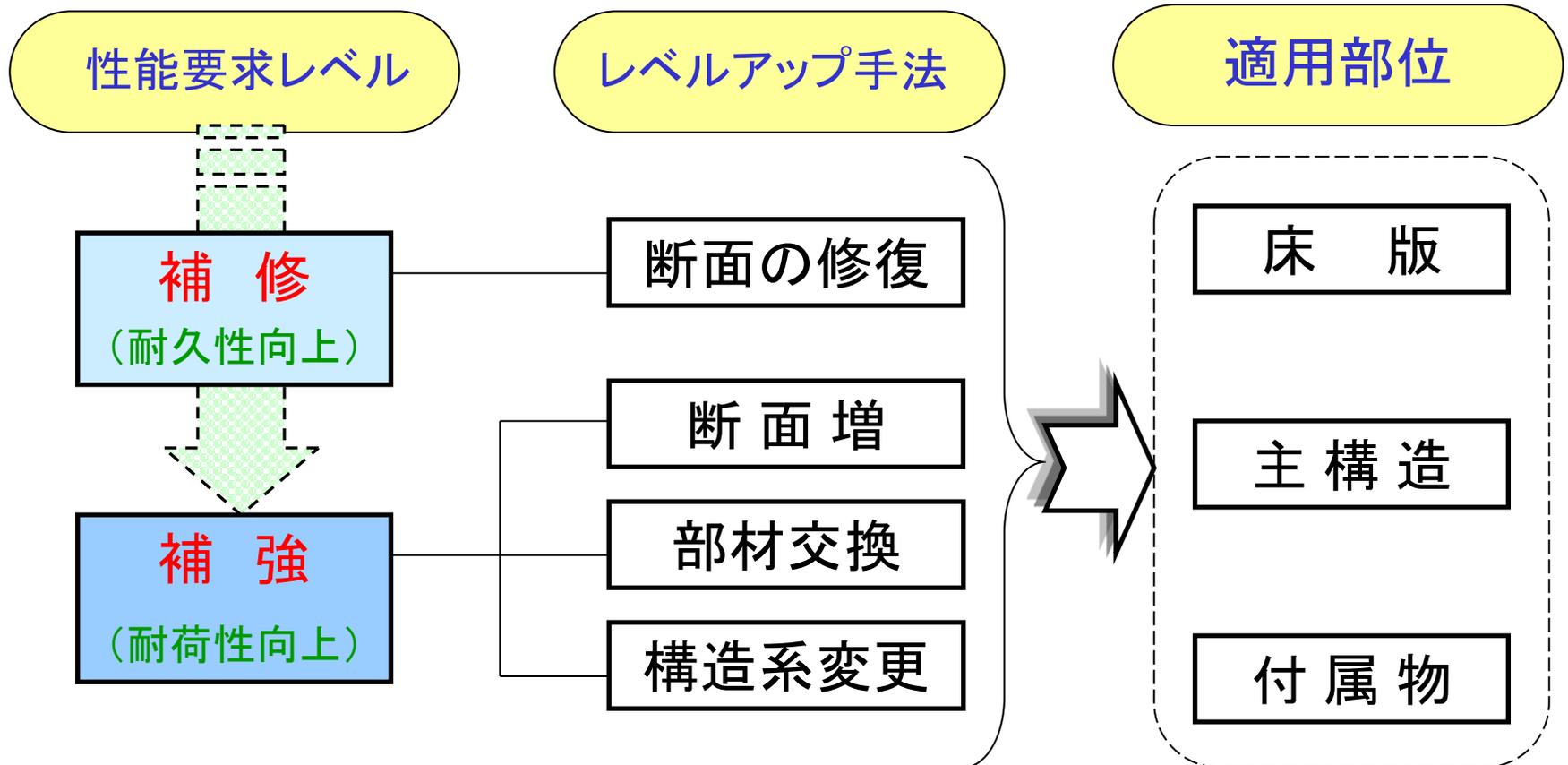
機能向上策

道路幅員の拡幅

B活荷重対応補強

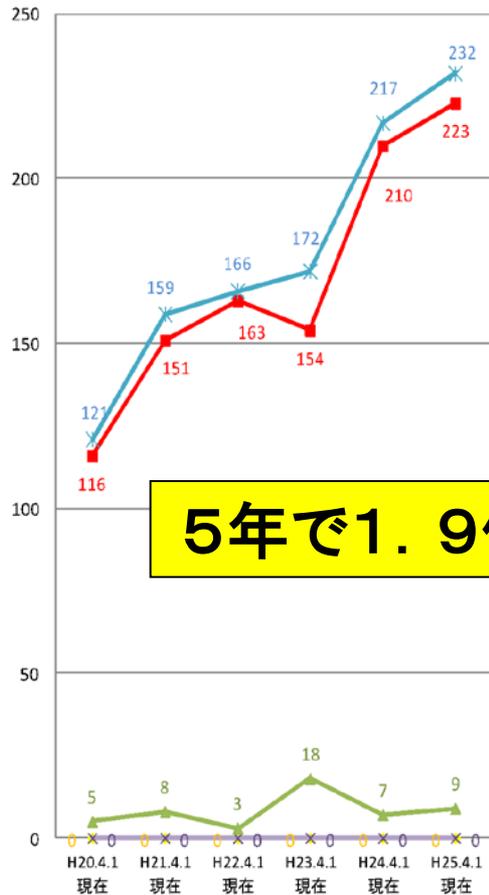
耐震性能の向上

(3) 補修・補強方法の分類



全国橋梁の通行規制等橋梁数の推移(15m以上)

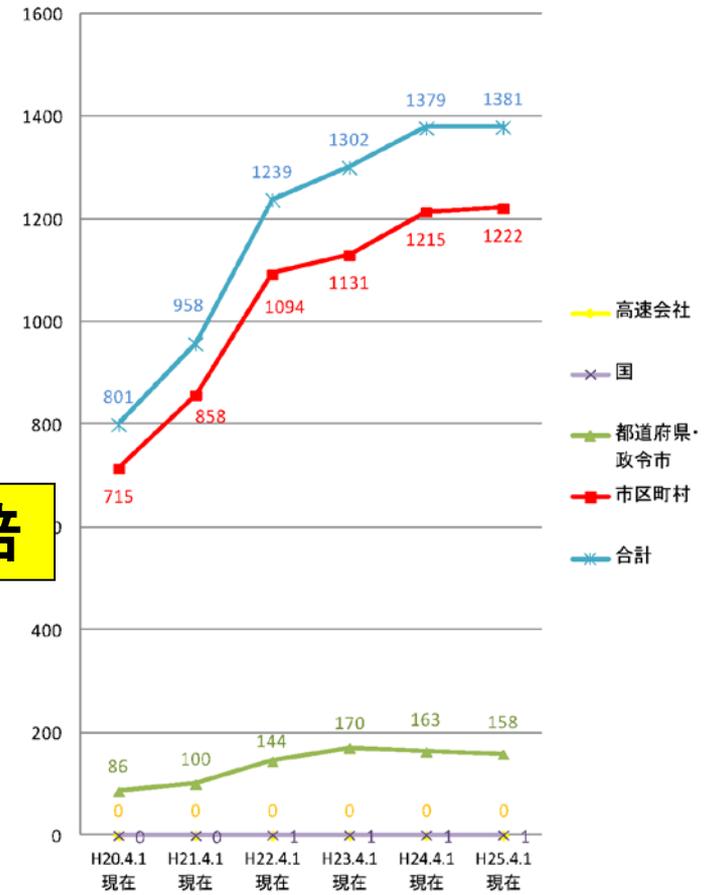
〔通行止め橋梁数〕



〔通行規制橋梁数〕



〔合計〕



出典 国土交通省ホームページ

地方公共団体管理橋梁の通行規制等状況 (H25.04現在)

<H23. 4時点>

| | 橋梁数 | | |
|------|-------------------------------|----------------|-------|
| | うち都道府 県管理道路 (政令市含 む) | うち市区町 村管理道路 | |
| 通行止め | 172 | 18 | 154 |
| 通行規制 | 1,130 | 151 | 977 |
| 合計 | 1,302 | 170 | 1,131 |

<H25. 4時点>

| | 橋梁数 | | |
|------|-------------------------------|----------------|-------------|
| | うち都道府 県管理道路 (政令市含 む) | うち市区町 村管理道路 | |
| 通行止め | 232(1.34) | 9(0.50) | 223(1.44) |
| 通行規制 | 1,149(1.01) | 149(0.98) | 999(1.02) |
| 合計 | 1,381(1.06) | 158(0.92) | 1,222(1.08) |



※高速・直轄・地方公共団体が管理する道路橋の合計

(出典元:国土交通省HPを表に加工)

※通行規制等には、老朽化による損傷や旧設計条件の使用等に伴う重量制限や通行止め。

※対象橋梁は15m以上。

※()内数値は、平成23年4月に対する、平成25年4月の増加・減少割合を示す。

架け替えなど抜本的な対策も必要である

耐荷力向上の補強方法

- ①部材断面を増強して発生応力度を下げる方法
- ②構造系を変えることにより作用断面力を低減させる方法

一般的には①を採用するが、補強を必要とする部材の種類や数、当該橋梁の特性や現地の状況等を考慮した上で、効果的かつ経済的となる方法を選択する必要がある。

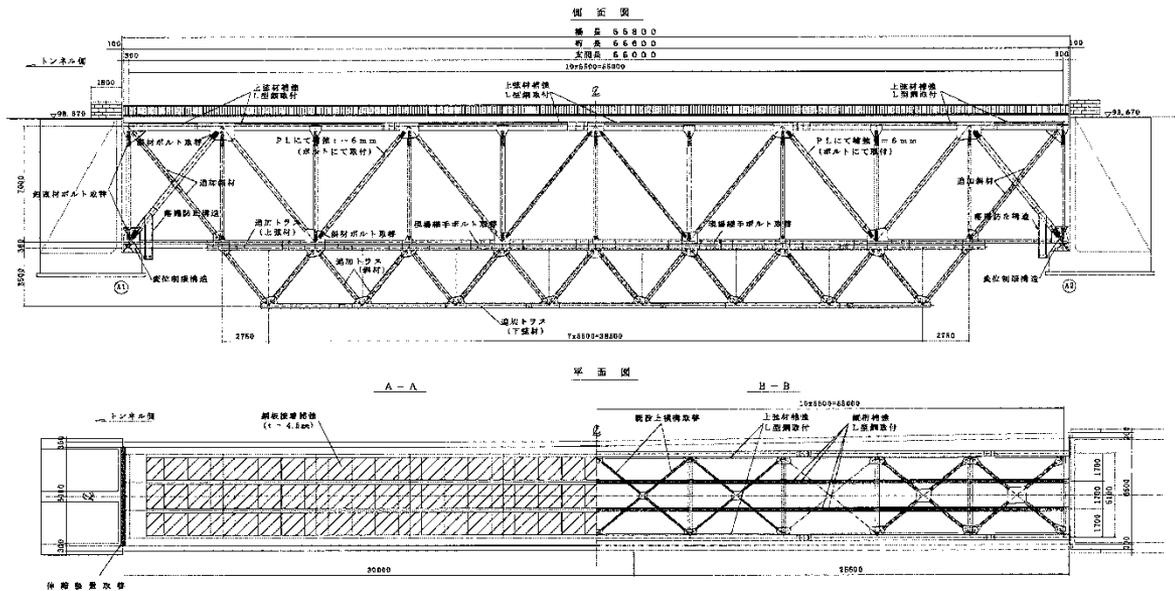
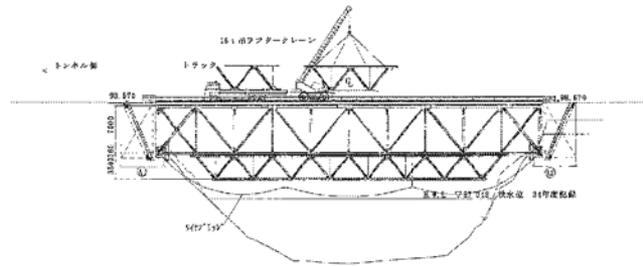
②を採用する場合の理由は以下の通り。

- 部材断面の増強では必要耐荷力が得られない場合
- 大幅な応力度の低減が必要な場合
- 部材断面の増強ができない場合

耐荷力向上の補強方法の事例



トラス橋の耐震補強事例 ・ワンサイドボルトによる追加トラス



I.2 鋼橋の補修・補強工法の選定

鋼橋の主な補修工法



図-8.5.33 鋼橋の主な補修工法

鋼橋の主な補強工法

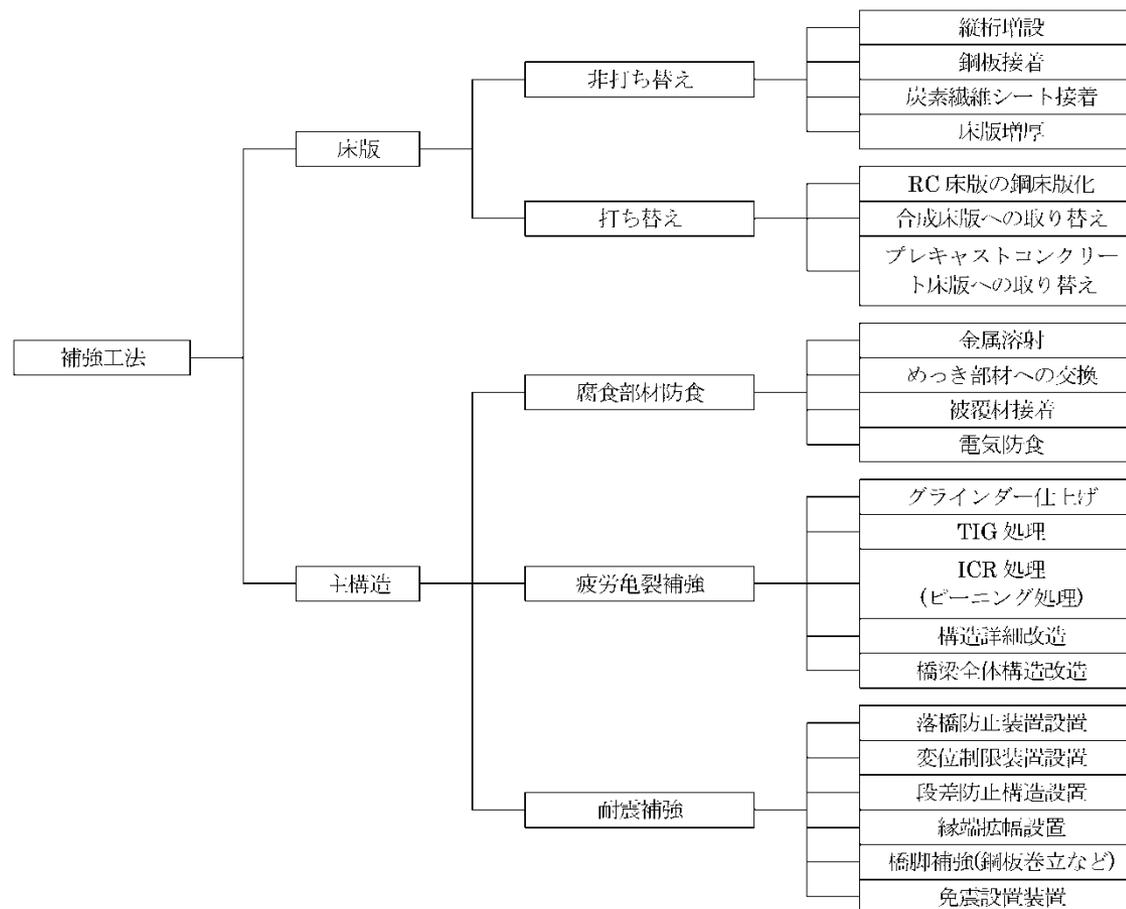


図-8.5.34 鋼橋の主な補強工法

I.3 鋼橋の補修・補強工法の種類

疲労劣化部材の補修・補強

表-8.5.3 補修・補強工法の一覧と効果

| 工法・対策 | 対策区分 | 得られる効果 |
|-----------------|----------|----------------|
| グラインダー仕上げ(亀裂除去) | 補修(応急処置) | 亀裂部位に作用する応力の低減 |
| ストップホール | | |
| 高力ボルトによる当て板補強 | 補修(恒久対策) | 亀裂部位に作用する応力の低減 |
| 溶接による補修 | | |
| 高周波ピーニング | 補強(恒久対策) | 継手部の疲労強度の向上 |
| グラインダー仕上げ | | |
| ハンマーピーニング | | |
| TIG処理 | | |
| ICR処理 | | |
| 損傷部の取替え | | 機能復旧・向上 |
| 橋梁全体構造改良 | | |

1) ストップホール

ストップホール施工は、**亀裂先端部**の局所的な**応力集中**の緩和、並びに亀裂進展の一時的な抑制を目的とする。

溶接ビード内のき裂

デッキプレート

デッキプレート

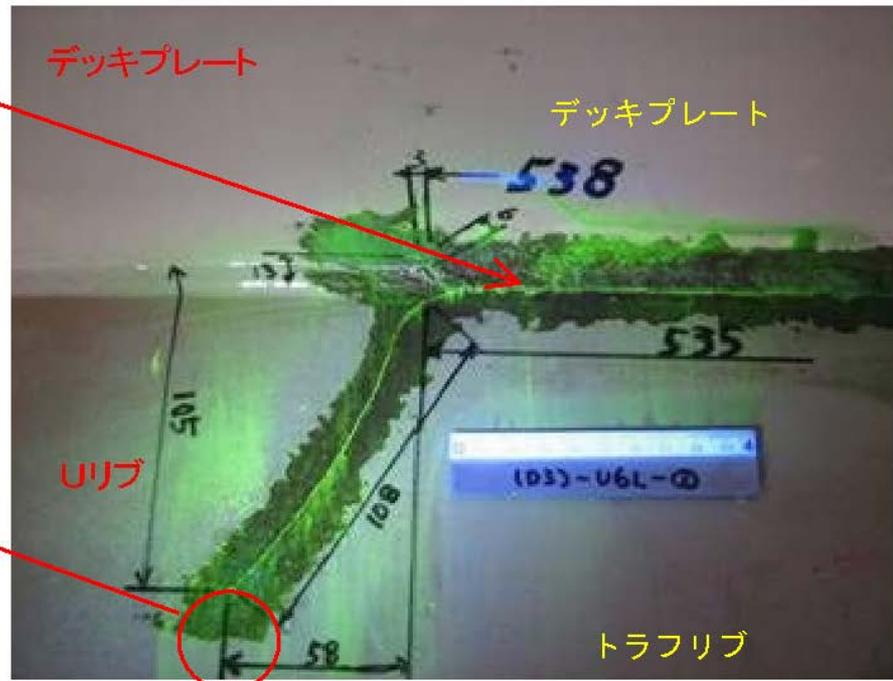
538

535

Uリブ

き裂先端がトラフリブ母材に進展している

トラフリブ



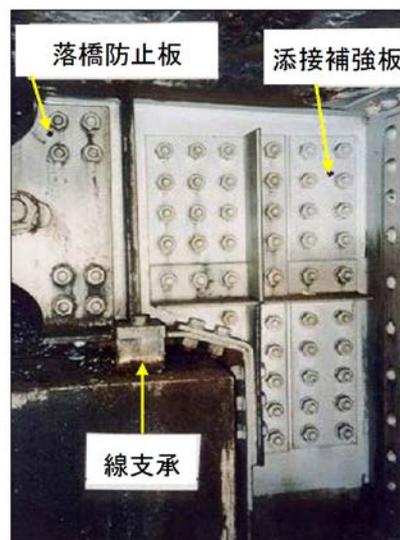
①施工前磁粉探傷試験

2) 高力ボルトを用いたあて板補強

主桁フランジやウェブ等の平面上の部材に**進展した亀裂**に対して、ストップホール工法により応急処置した後、亀裂発生部分を十分に覆うことができる**添接部材（あて板）**を高力ボルト**摩擦接合により接合**し、恒久対策として用いられる。



補強前



補強後

(注意点)
塗膜の除去により
摩擦係数を確保
すること

3) 溶接による補修

- ・溶接による補修は基本的に避けるべきである。
採用する場合は十分な検討を行う。

- ・供用中の橋梁は、振動しており溶接棒が一定条件に保てない。
- ・古材は溶接に適さない鋼材が使用されていることが多い。
- ・応力のかかっている箇所に加熱を加えると不安定になる可能性。
- ・拘束度の高い部材を溶接すると溶接割れが発生する可能性



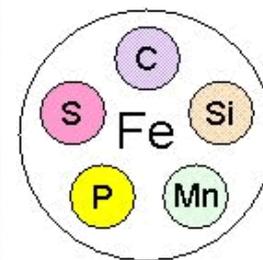
補修前



補修後

写真-8.5.64 溶接補修の施工事例(対傾構取付け部)

鋼の基本構成元素



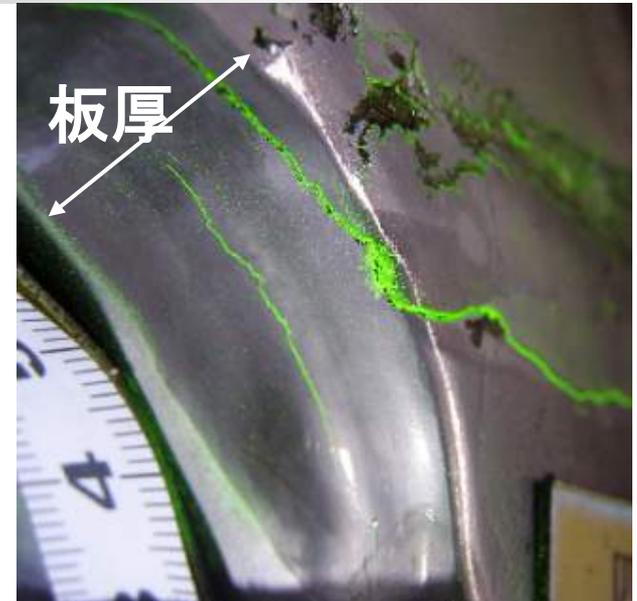
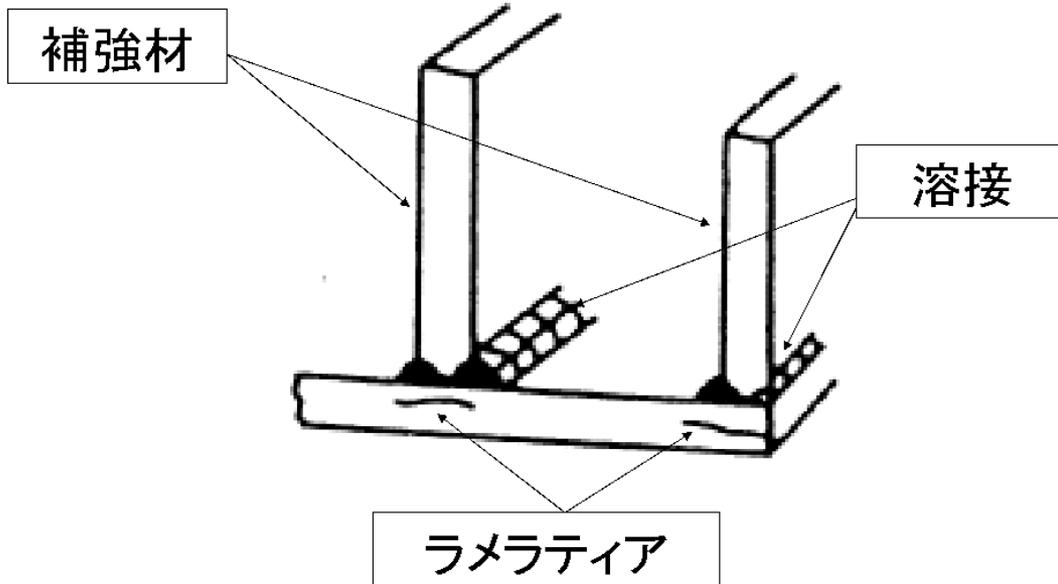
C : 0.04~1.5 %
Si : 0.1~0.4 %
Mn : 0.4~1.0 %
P : 0.04 %以下
S : 0.04 %以下

鉄鋼材料の主成分は鉄(Fe)。その他、鉄鉱石や製鋼過程で混入するもので、鉄鋼中の5元素と呼ばれており、炭素(カーボン:C)、けい素(シリコン:Si)、マンガン(Mn)、りん(P)、硫黄(S)。

S; サルファー(硫黄)は鉄鋼材料を高温で使用する際に、もろくする性質(熱間ぜい性)がある。

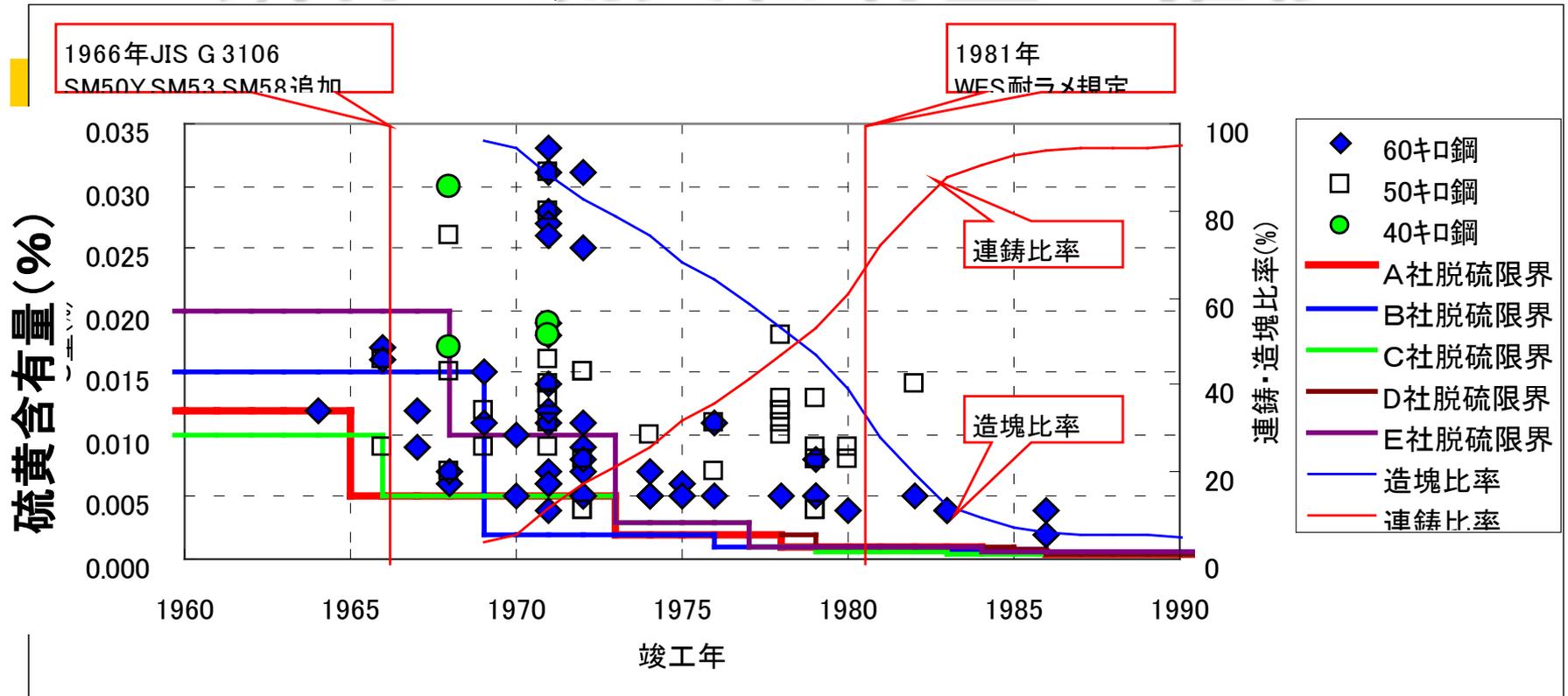
古材(硫黄含有量の多い鋼材)

ラメラティアに注意



硫黄含有量の多い鋼材に拘束の高い溶接をすると、ラメラティア(層状の割れ)の発生の可能性が高い。

鋼材の硫黄含有量の推移



・硫黄含有量(S)は1970年代半ばに急激に減少。溶接性は格段に向上しているものと考えられる。

溶接はきわめて有用な手法であるが、古材に対しての適用は慎重な検討が必要

4) 高周波ピーニング

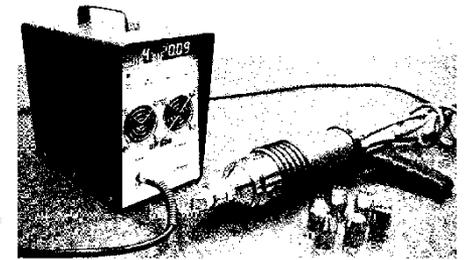


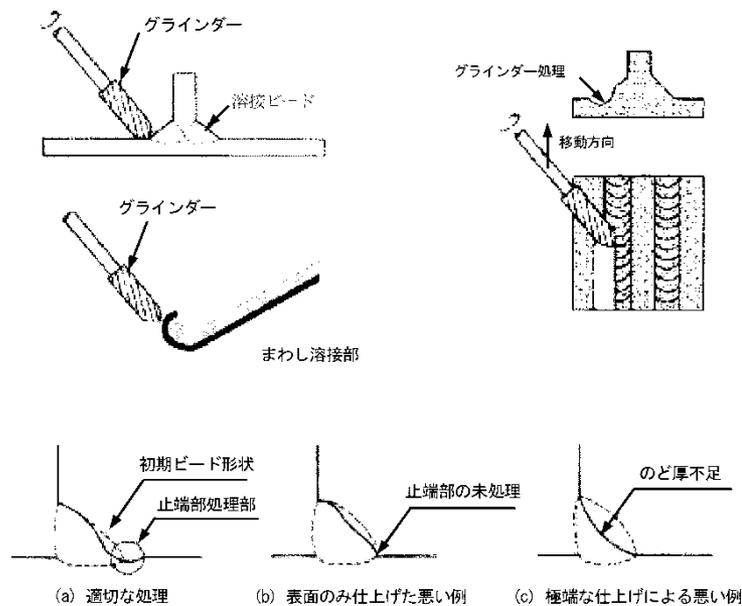
写真1 標準的な超音波ピーニングシステム「UP-600」

UIT、UP、UPT、HiFITの他2種類追加

- **PIT** (Pneumatic impact treatment; 圧縮空気衝撃処理)
- **UNP** (Ultrasonic needle peening; 超音波ニードルピーニング)。
→6種類が、高周波ピーニング(HFMI)と呼称される
HFMI (*High Frequency Mechanical Impact*; 高周波機械的衝撃)

超音波圧電素子(電子信号と力を返還する素子)などにより、円柱状の先端を高周波振動により打ち込み、溶接部に塑性変形を加えている。従来のハンマーピーニングに対して作業性に優れるとともに被加工範囲が小さいのでより滑らかな形状に仕上げやすい

5) グラインダー仕上げ



止端部の先端を処理することが重要

棒グラインダー基本
デスクグラインダーNG

6) ハンマーピーニング

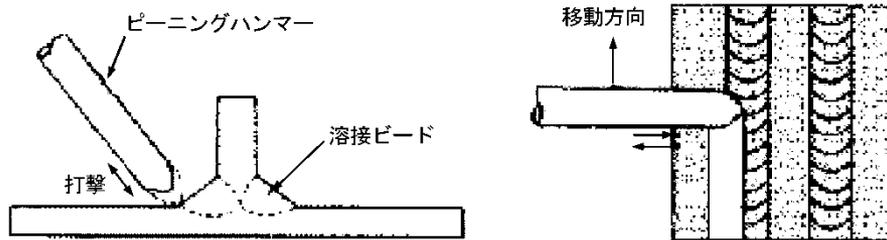
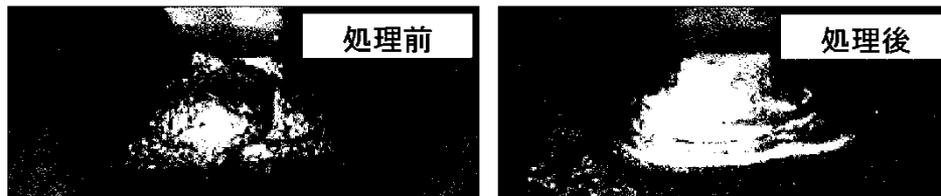


図-8.5.38 ハンマーピーニング概要図²⁰⁾



処理前

ハンマーピーニング処理後

写真-8.5.67 ハンマーピーニング処理²⁰⁾

溶接止端部の局所的な形状をグラインダーで改善し、さらに**衝撃を利用した工具**で表面を打撃することで**塑性変形**を与え、**鋼材表面に圧縮残留応力**を導入する方法。

7) TIG処理

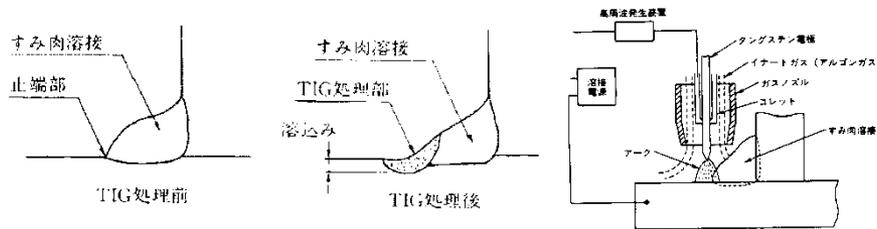
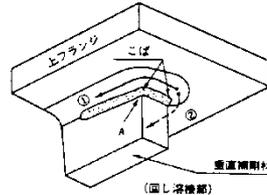


図-8.5.39 TIG 処理装置と仕上げ形状²⁰⁾



写真-8.5.38 TIG 処理事例²⁰⁾



・デメリットは溶接速度が遅いので時間がかかる。半自動の5～10倍時間が掛かる。

他には、過剰な入熱を起こしやすく、溶接強度の低下や母材の激しい歪みを生じさせる事がある。

TIG処理とは、**非消耗タングステン電極**を用いたアークにより溶接ビード止端部を**再溶融**し、その形状を改良することで応力集中を緩和し、疲労強度を向上させる工法である。

9) 損傷部の取替え



補修前



補修後

写真-8.5.71 大型ガセットプレートへの取替え事例

基本的に供用下での取り替えとなるため、一時的な仮設材や場合によって、仮支持が必要になる。原因を除去しないと再度亀裂が発生するため、構造の見直し、板厚の検討など必要となる。

I.3 鋼橋の補修・補強工法の種類

腐食劣化部材の補修・補強

表-8.5.5 腐食劣化による構造上の問題

| 腐食劣化要因 | | 構造上の問題 |
|-----------|--------|---|
| 断面欠損（孔食） | 圧縮部材 | <ul style="list-style-type: none">・発生応力度の増・座屈耐力の低減 |
| | 引張部材 | <ul style="list-style-type: none">・発生応力度の増・疲労亀裂の発生 |
| 連結部 | リベット接合 | <ul style="list-style-type: none">・弛みによる継手耐力の低減・リベット頭の断面欠損は耐力に影響無 |
| | 摩擦接合 | <ul style="list-style-type: none">・ねじ部の腐食は遅れ破壊を誘発する要因・ナット部の断面欠損は2～3mm程度で軸力が10%低減 |
| コンクリート接触部 | 接触部の変状 | <ul style="list-style-type: none">・腐食の発生 |
| 塗膜の劣化 | 錆の発生 | <ul style="list-style-type: none">・防食機能の低下・景観の悪化（錆汁など） |

① 腐食 (当て板補修)



すみ肉溶接部の減肉,
塗膜の劣化, はがれ

①腐食 (部分取替え事例)



腐食による主桁減肉



主桁端部切断



主桁部分取り替え完了

①腐食

(コンクリート接触部の腐食による減肉破断)



破断部

コンクリート接触部の
腐食による減肉破断



あて板補修

①腐食

(トラス橋の斜材腐食補修)



フランジが破断した斜材

- ・斜材が歩道部床版を貫通する構造
- ・その他の貫通部でも腐食が進行



- ・破断斜材および断面欠損が著しい斜材は連結板取付け
- ・すべての貫通部を箱抜きして空間を確保

②耐候性鋼材の腐食

内側結露跡

全景



(施工後14年)

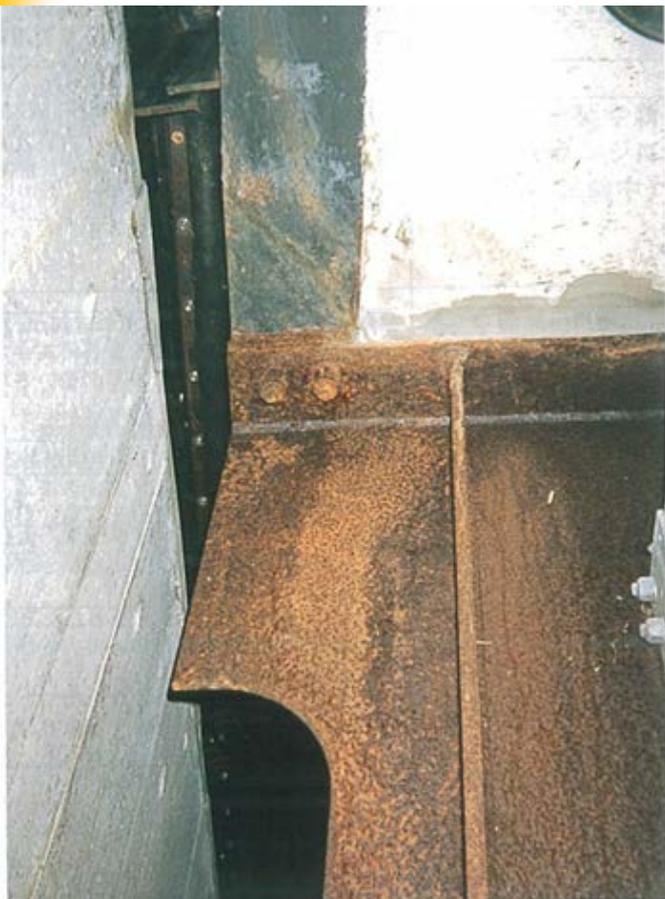


適用可能地域の規定

- ① 所定の計測により飛来塩分量が、0.05mdd以下の地点においては、適用可能。
- ② 下図の範囲においては、飛来塩分の計測を省略して適用可能。



②耐候性鋼材の腐食 伸縮装置からの漏水（その1）



②耐候性鋼材の腐食 床版からの漏水，排水管の破損



床版からの漏水



排水管の破損

②耐候性鋼材の腐食

漏水部の補修事例



床版水抜き部の漏水補修
スラブドレン設置



床版ひび割れ部の漏水補修
受け樋設置

②耐候性鋼材の腐食

部材交換事例



トラス端柱：交換前



トラス端柱：交換中



下弦材部HTB状況

③ 支承の機能障害

【一般的性状・損傷の特徴】

当該支承を有すべき荷重支持や変位追随などの一部または全ての機能が損なわれている状態をいう。なお、支承ローラーの脱落も対象とする。

地震、振動により浮き上がる場合がある。



モルタル部の破損



モルタル部の破損

③ 支承の機能障害



ローラーの脱落



ピンの回転が腐食でできない状況
→ 支承の機能障害で扱う



モルタル部の破損

③ 支承の機能障害



ピンの機能を果たしていない



支点の鋼材も腐食している



桁端部の清掃必要。
汚泥中は湿気により
長期では腐食の
原因となる

土に沓が埋もれている

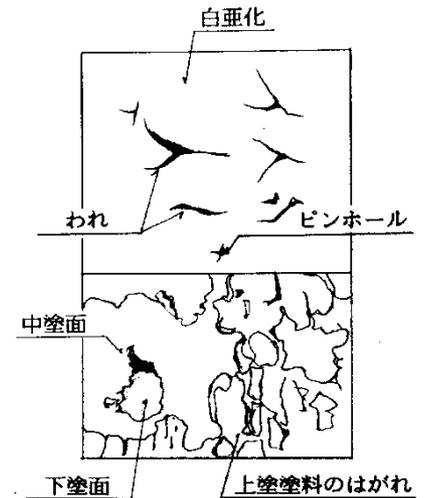


異常移動→機能障害

塗装劣化部材の補修・補強

表-8.5.7 素地調整の種類

| 素地調整の種類 | 塗装の劣化程度 | 発錆面積 | 作業内容 | 作業方法 |
|---------|--|---------|--|--|
| 1種ケレン | 発錆がはなはだしく塗膜の割れ、ふくれ、はがれ等がほぼ全面的に発生している状態 | (30%以上) | 錆、塗膜を除去し鋼材面とする | ブラスト法 |
| 2種ケレン | 発錆がはなはだしく塗膜の割れ、ふくれ、はがれ等がほぼ全面的に発生している状態 | 30%以上 | 錆、塗膜を除去し鋼材面を露出させる。ただし、くぼみ部分や狭隘部分に錆や塗膜が存在する | ディスクサンダー、ワイヤホイールなどの動力工具と手工具の併用 |
| 3種ケレン | 部分的に点錆および塗膜の割れ、ふくれ、はがれ等が発生しているが活膜も多くある状態 | A | 15~30% | 錆、塗膜を除去し鋼材面を露出させる。ただし、劣化していない塗膜(活膜)は残す |
| | | B | 5~15% | |
| | | C | 5%以下 | |
| 4種ケレン | 錆の発生がほとんどなく塗膜が変色、白亜化した状態 | — | 粉化物および付着物を落とし活膜を残す | |



塗膜の劣化



写真-8.5.79 塗替え

素地調整の使用機器と特徴

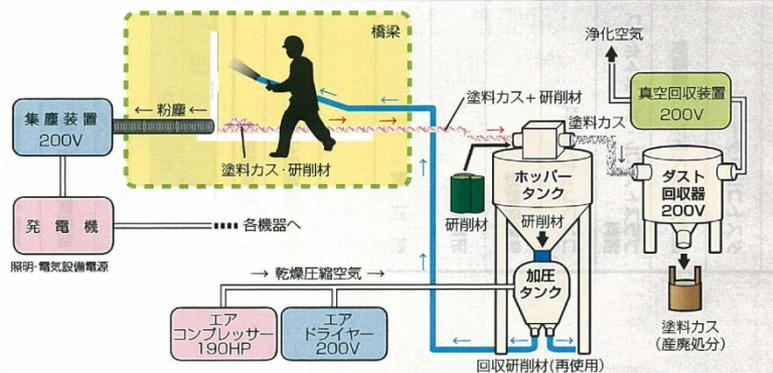
表-8.5.8 素地調整の使用機器と特徴

| 素地調整 | 代表的な種類 | 発錆面積 | 短所 |
|------|-----------------------------|--|--|
| ブラスト | ・エアース式ブラスト | ・固着したミルスケール、錆、旧塗膜を完全に除去 ・処理効率が最もよく、大面積の処理に適 ・複雑な形状のものでも処理が可能 | ・処理装置が大きい ・粉塵の飛散が多い |
| 電動工具 | ・ディスクサンダー ・カップワイヤホイール | ・簡単に使用可能 ・処理効率が比較的良い | ・固着したミルスケールを除去できない ・大面積の錆や旧塗膜を除去するには処理効率が悪い |
| 手工具 | ・ワイヤブラシ ・スクレイパー ・ハンマー | ・簡単に使用可能 ・粉化物、汚れ等の除去に適 | ・固着したミルスケールを除去できない ・錆や旧塗膜を完全に除去することができない |

循環式ブラストシステム(1種ケレン)



循環式エコ クリーン ブラストシステム図



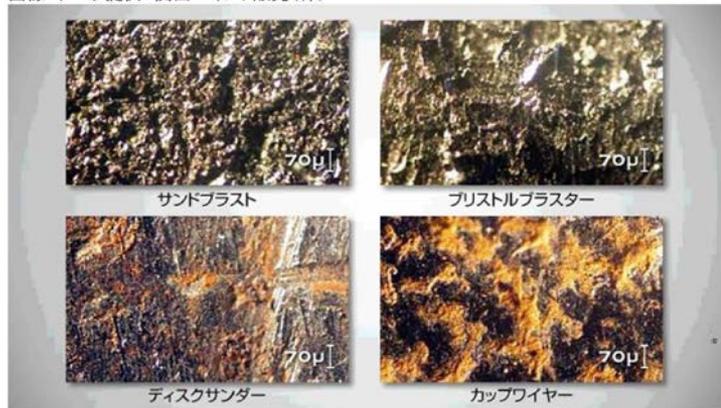
1種ケレンが可能

ブリストルブラスター(1種ケレン)

MBX - 表面処理技術 (Surface Technologies)



画像・データ提供 関西ペイント販売(株)



狭隘な箇所以外は施工可能

はく離剤塗布処理(インバイロン工法)



塗布後24時間経過



塗膜除去状況



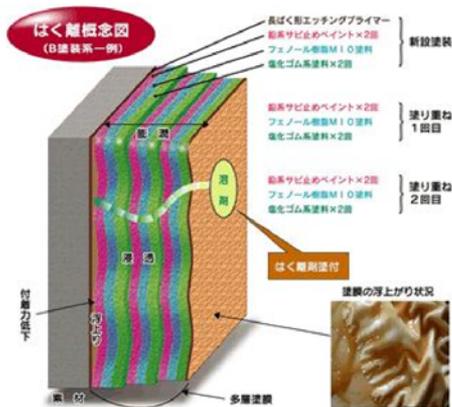
塗膜回収状況

- ・塗装の粉が飛散しない
- ・劣化した塗膜の除去に弱い
- ・使用時には特許実施許諾申請が必要

注)写真は製品ホームページより引用

はく離剤塗布処理(泥パック工法)

泥パック工法のしくみ



画像をクリックすると拡大表示します。

剥離剤塗付後、塗膜内部への浸透・膨潤作用により素材との付着力が低下した塗膜は、膜状に湿潤した状態で浮き上がり、容易に除去、回収が可能になります。

放置後の剥離塗膜は湿潤状態を呈するため、塗膜粉の粉塵飛散を防ぎ、スクレーパー等による塗膜除去作業が容易になります。



塗膜の劣化状態により、テスト施工と実施工の結果が異なる場合があります。

本製品の種類

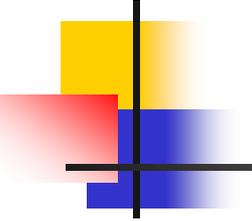
| | 橋梁用 | 橋梁用TypeI (冬期推奨) | 橋梁用TypeII |
|--------------------------|-----|--------------------|-----------|
| A塗装系 (フタル酸系) | ○ | ○ | ◎ |
| B塗装系 (塩化ゴム系) | ◎ | ◎ | △ |
| C塗装系 (変性エポキシ・ウレタン塗装系) | * | * | * |
| D塗装系 (タールエポキシ塗装系) | * | * | * |

◎:特に優れる ○:優れる △:やや劣る *:テスト確認必要



施工中

施工後



素地調整(鉛・PCB等)

高齢化した橋梁では、多くの塗り替え工事が行われていますが、その既存塗膜中に、鉛・PCBなどの有害物質が含まれている橋梁もあります。

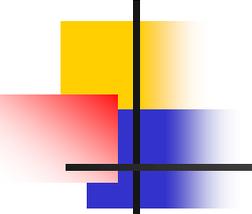
・鉛

かつて橋梁などの防錆塗料に用いられていた有害物質として代表的なものは、鉛系さび止めペイント、フタル酸樹脂ペイントに含まれる「鉛及びその化合物及び六価クロム及びその化合物」が上げられます。

・PCB

PCB(ポリ塩化ビフェニル)は昭和43年から昭和48年頃までの間に生産された塩化ゴム系塗料の一部に使用されていました。

これらを含む塗膜の素地調整の際、外部への漏洩防止対策や法的に適切な廃棄物の管理及び処理対策が必要です。



素地調整(鉛・PCB等)

「鉛等有害物を含有する塗料の剥離やかき落とし作業における労働者の健康障害防止について」

平成26年5月 厚生労働省労働基準局安全衛生部通達

ここには、有害物質の含有を事前に確認する事や湿式による作業の実施、保護具の着用、近隣への配慮等の対策を講じることが示されています。

金属溶射

- ・亜鉛
- ・アルミニウム
- 亜鉛アルミニウム (MS工法)
(常温金属溶射)

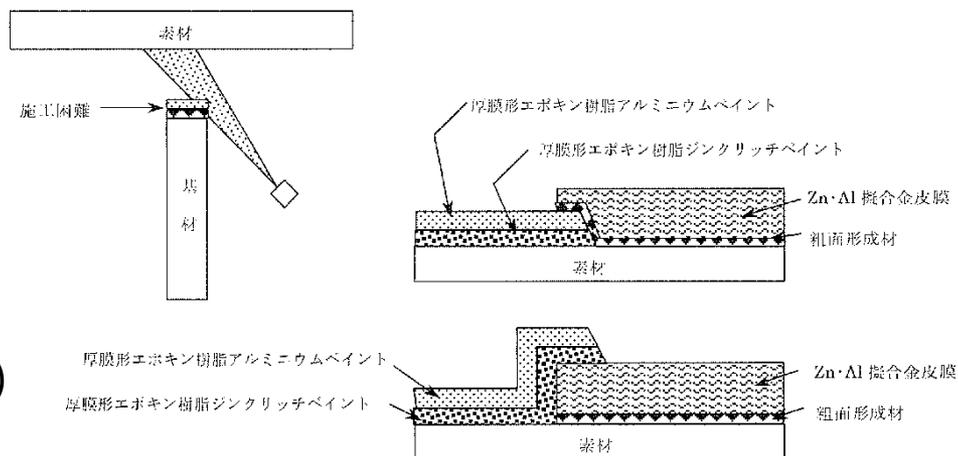
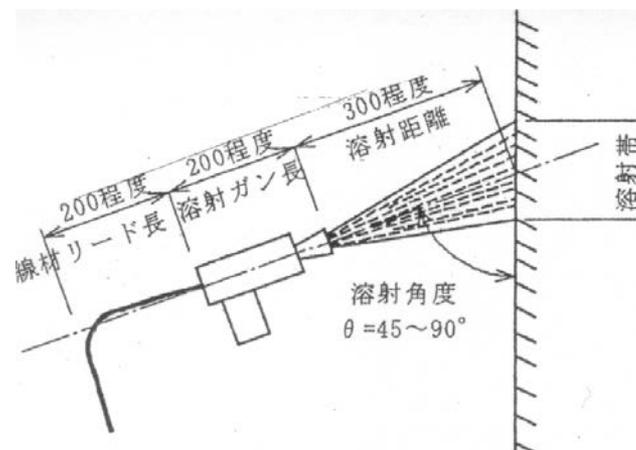
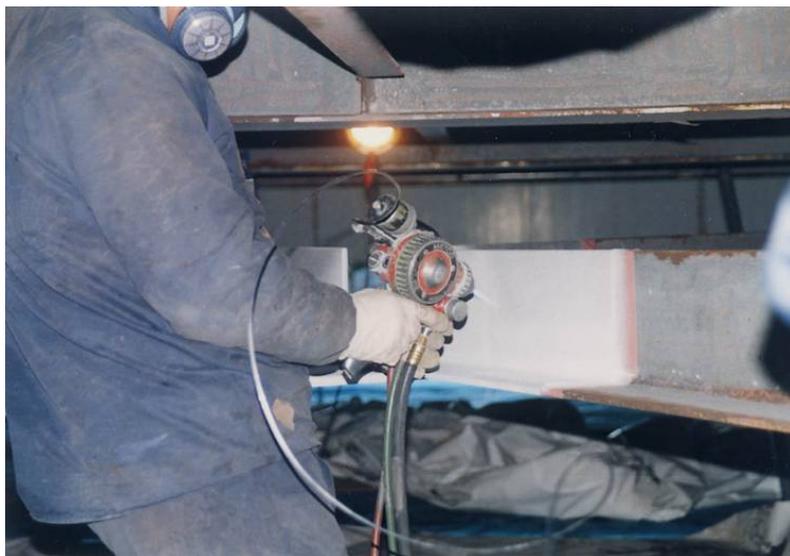


図 3.2-1 溶射困難部の塗装



火災による損傷部の補修



★損傷度
検証

- ・出火原因の特定
 - ⇒目撃者, 関係者より調査 (消防管轄)
- ・損傷調査, 落橋の危険性調査.
- ⇒被災温度マップの作成(塗装変色により推定)
 - ⇒被災温度は耐熱以上あるか?



- ・必要に応じ, 支保工による支え.
- ・安全性が確保されれば, 交通開放
 - ⇒必要に応じ, 車線規制等

★受熱温度

各部材の受熱温度における変状

【塗装】

120°Cを超えると塗膜表面の変色が始まる。

200°Cを超えると塗膜表面の淡い変色

300°Cを超えると塗膜表面の濃い変色

400°Cで塗膜が炭化

塗膜の炭化



首都高速火災事故(首都高HPより転載)

★受熱温度

各部材の受熱温度における変状

【コンクリート】

300°C～600°Cでコンクリート表面がピンク色に変色

600°C～950°Cでコンクリート表面が灰白色に変色

変色



【高力ボルト】

首都高速火災事故(首都高HPより転載)

400°Cを超えると座金の硬度が低下

600°Cを超えるとボルトの硬度が低下

★受熱温度

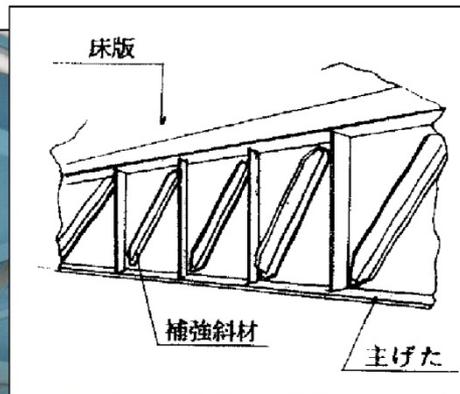


写真-8.5.82 火災による損傷部の補修

せん断変形防止用の斜材を取り付け変形を防止

ゆるみ・脱落の補修

(1)リベットの補修

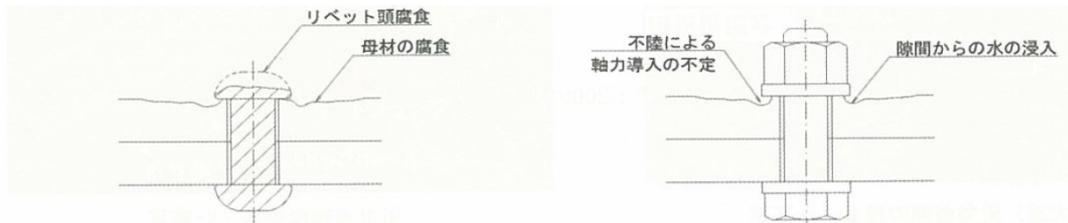
①留意する点

リベット頭が腐食して欠損している場合、その周辺の母材も腐食しあばた状になっているケースが多い。このような状況でリベットを高力ボルトに取替えると次のような問題があるので留意する。

- a) 母材の凹凸からボルト孔に水が浸入し逆に腐食が進行するケースがある。
- b) 母材とボルトに不陸が発生し、正しい軸力が導入されない。

リベット頭がなくなっても、リベットが緩んでいない場合は、継ぎ手としての強度はほとんど低下していないため、単純にボルトに取替えるよりも、それ以上腐食を進行させない防食などの補修対策を実施する。

i) リベットから高力ボルトに取替えた場合の問題点



ii) i)の対策として



シーリングによる防水対策

パテ材+当て板による不陸対策

図-8.5.56 高力ボルト取替え時のシール処理¹²⁾

ゆるみ・脱落の補修

(1)リベットの補修

②リベット撤去手順

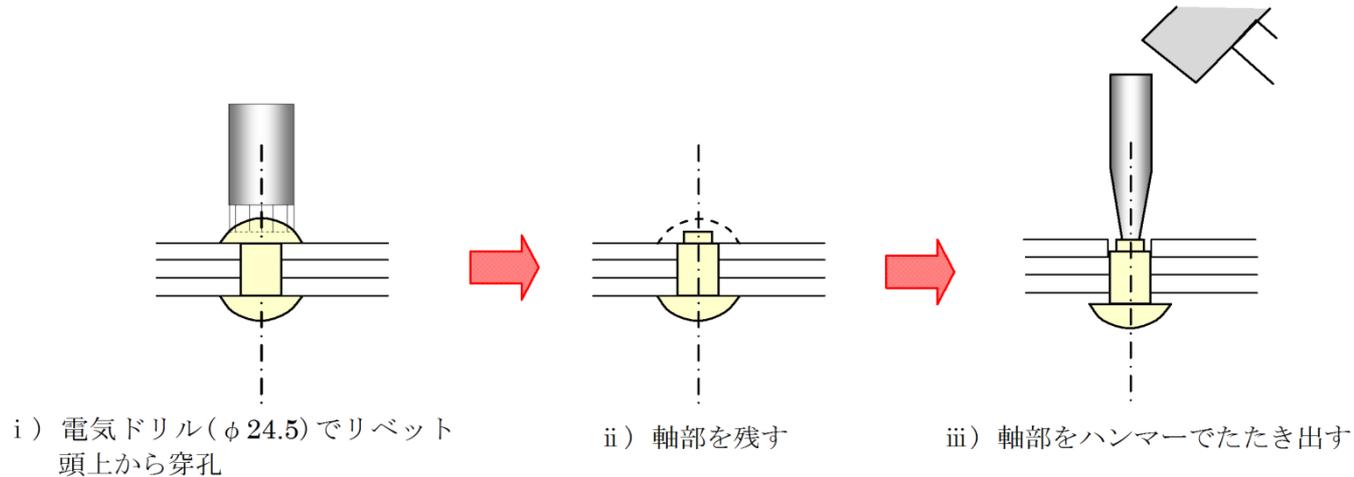


図-8.5.57 リベット撤去手順¹²⁾



写真-8.5.116 支圧接合用打込み式高力ボルト¹²⁾

支圧接合は、摩擦接合に比べて許容応力度は50%程度高くとれる有効な接合方法であるが、ボルト孔に高精度の施工精度を必要とするため、普通高力ボルトに比べ施工性が劣る。そのため普及率は高くない。

ゆるみ・脱落の補修

昭和40年代後半～50年代初頭に架設された橋梁では、高力ボルトとしてF11Tが使用されているものがあります。

F11Tの高力ボルトは、高張力鋼特有の遅れ破壊の可能性があります、点検や取替えなどの対策が必要です。

遅れ破壊とは、一定の引張荷重が加えられている状態で、ある時間が経過したのち、外見上はほとんど塑性変形を伴わずに**突然脆性的に破壊する現象**です。

遅れ破壊は、引張強度が 120kgf/mm^2 程度を超える高張力鋼特有の現象で、現在使用されているF10Tの高力ボルト(引張強度 110kgf/mm^2 程度)では、発生していません。

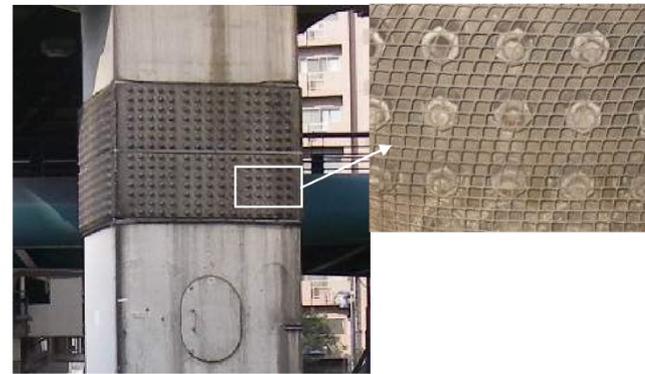
遅れ破壊による損傷は、腐食ピットや**ねじ部など応力集中部**に発生したクラックが徐々に進展して、最後は急速破壊にいたります。



ゆるみ・脱落の補修



(a) 専用落下防止キャップ



(b) 落下防止ネット

写真-8.5.85 高力ボルトの落下防止対策²³⁾

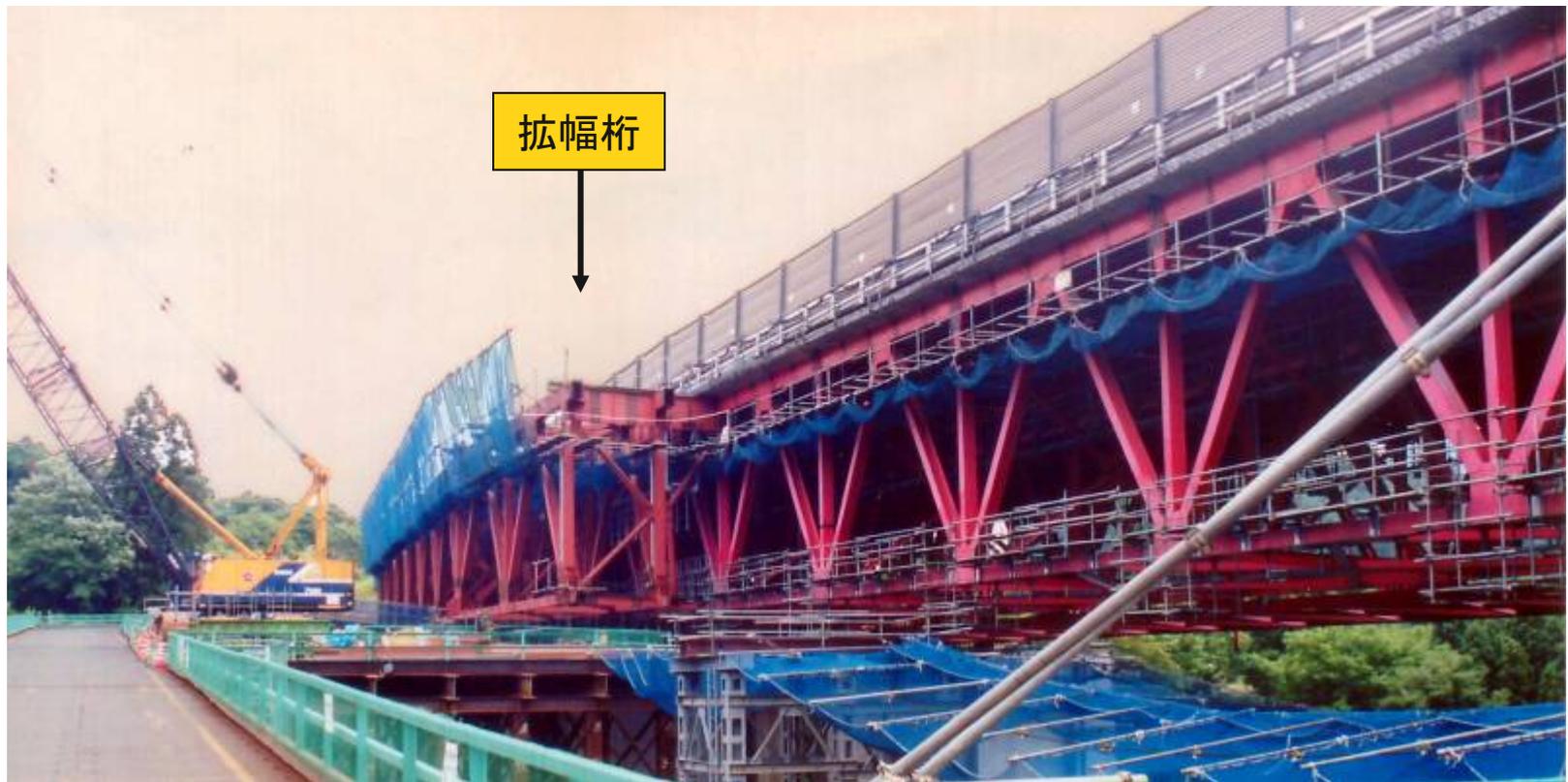
・F11T高力ボルトをF10T高力ボルトに取り替える場合は、**ボルトの許容応力が約5%低下**するため、継手部の設計照査を行い、許容応力度が満足していることを確認する必要がある。

Ⅱ. 主構造の補強事例

2.1 道路幅員の拡幅

拡幅桁を架設する工法

交通量の増大と車両の大型化に伴う交通渋滞の解消を目的として幅員を拡幅する工法



2.1 道路幅員の拡幅

ブラケットによる床版(歩道部)拡幅工法



2.2 疲労き裂 (鋼床版部)



損傷場所



疲労き裂部磁粉探傷



切削後 (き裂残)

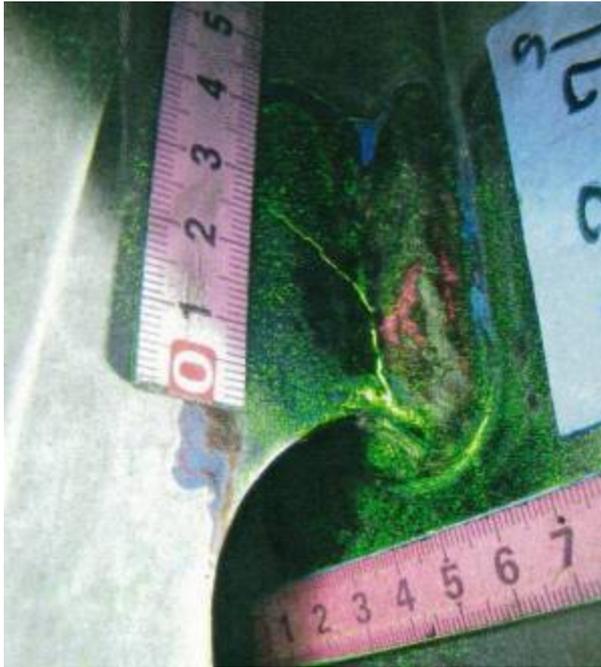


残き裂部ストップホール加工

疲労き裂(鋼床版部)



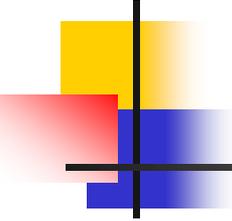
損傷場所



疲労き裂部磁粉探傷



グラインダ加工(スリット形状変更)



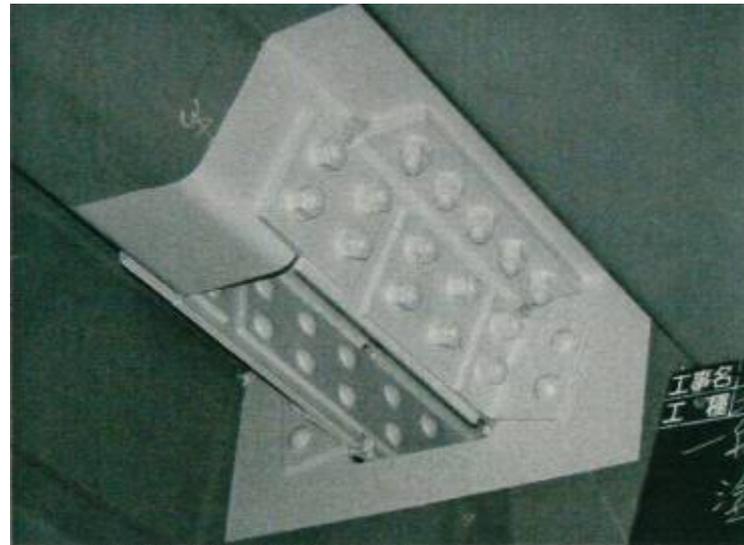
疲労き裂(鋼床版部)



疲労き裂部



切削状況

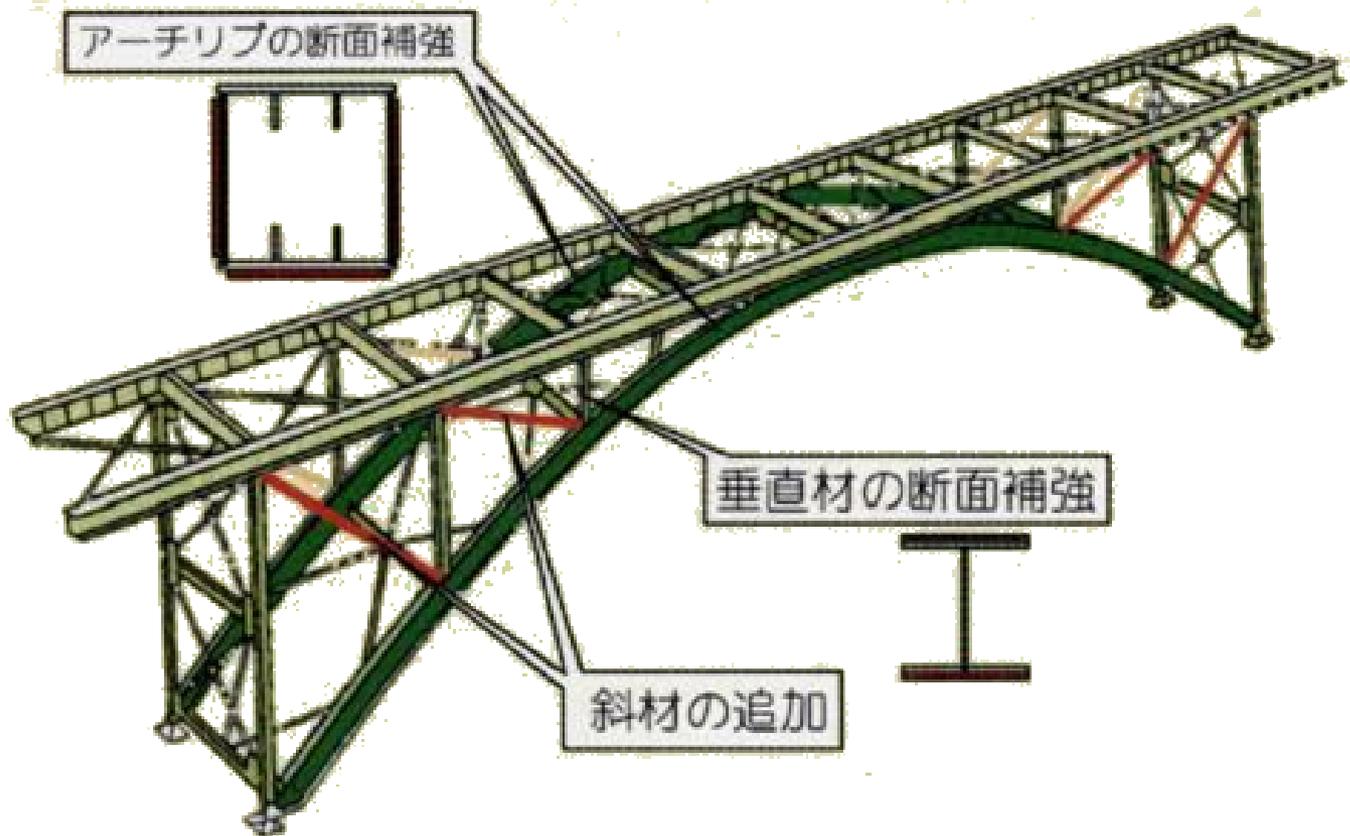


ストップホール加工 + あて板補強

2.2 車両大型化対応補強

(1) 桁断面補強

- ・桁断面増大後の活荷重による応力度に対して効果を発揮する。
- ・小支間長で活荷重による応力度の比率が高い場合に効果がある。



2.2 車両大型化対応補強

(2) 桁増設工法

1) 工法の概要

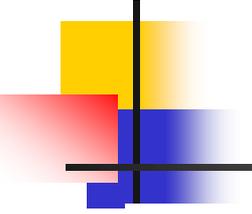
桁増設工法は、既設桁の外側や内側に増設主桁を並列に設置し、新旧両主桁にて主に活荷重を分担させる工法。

床版補強のための縦桁を、さらに断面補強して主桁化する工法もこれに属す。

- ① 外桁増設工法
- ② 主桁(桁間)増設工法
- ③ 既設縦桁補強工法



桁の増設で橋梁全体の剛性が上がり、作用応力度が低減して耐荷力も上がる。



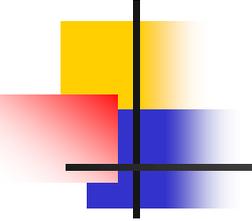
2.2 車両大型化対応補強 (2) 桁増設工法

2) 桁増設工法の実施上の留意点

- 増設桁の支承正反力は増設桁自重(主に鋼重)分が作用する。

床版重量は既設桁で支持しているため増設桁に作用しない。多主桁の場合、輪荷重の載荷位置によっては増設桁支承に負反力が生じる場合があるため、活荷重による負反力への配慮が必要。

- 高欄や地覆等を改良する場合には、死荷重が増加して施工前と施工後でカンバー値が異なる。
- 既設桁への孔明けは、現場で当てもみ施工するか、拡大孔にて先行孔明けする。



2.2 車両大型化対応補強 (2) 桁増設工法

2) 桁増設工法の実施上の留意点

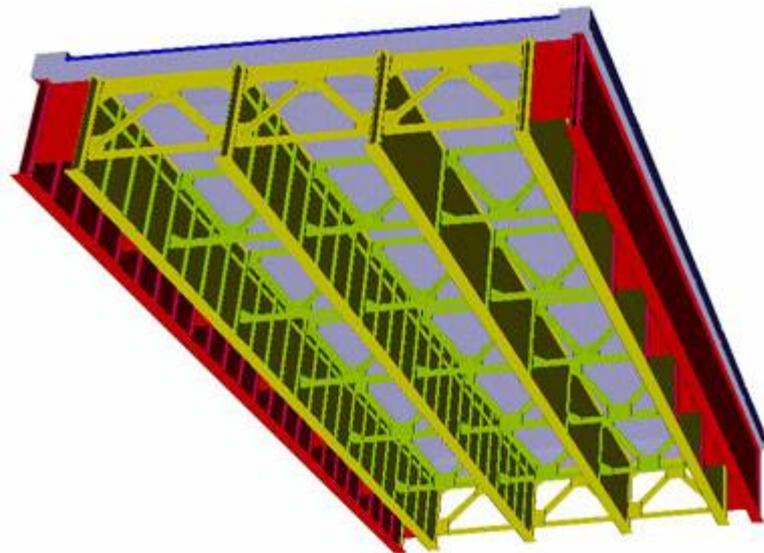
- 既設桁の改造では、切断・撤去等があるため、桁下の安全確保に注意する。
- 部材長・部材重量は現場の作業性を考慮する。
- 既設桁の事前調査(実測等)を十分に行う。
- 部材取付けにあたり、交通量・交通規制も考慮する。
- 支点部の反力調整時における安全性を確保する。

2.2 車両大型化対応補強

(2) 桁増設工法

① 外桁増設工法

既設の外桁のさらに外側に地覆の改修とともに外桁を増設し、分配横桁を介して既設の断面力を増設外桁に分配させる補強工法。



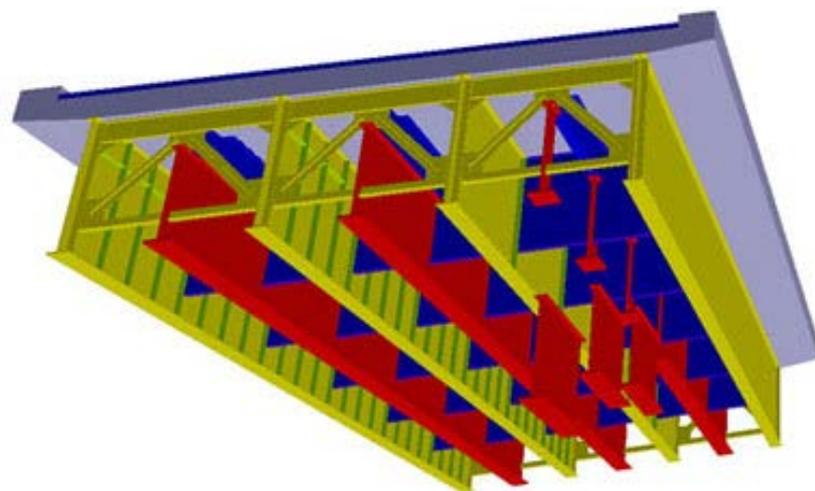
2.2 車両大型化対応補強

(2) 桁増設工法

②主桁(桁間)増設工法

既設の主桁間に増設の主桁を並列させて設置し、新旧両主桁に荷重を分配させる補強工法。

桁間に桁増設をするため 既設対傾構や横構の改造、または取り替えを行う必要がある。架設は作業空間が狭く困難。



2.2 車両大型化対応補強 (2) 桁増設工法

②主桁(桁間)増設工法

桁増設における 既設対傾構の改造状況



既設対傾構の改造状況

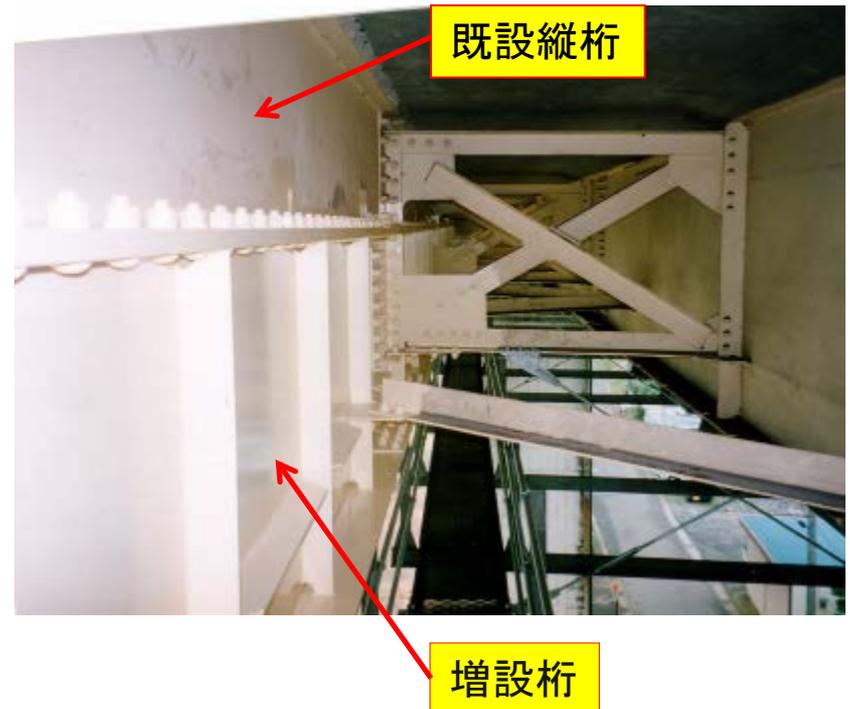


増設桁設置完了

2.2 車両大型化対応補強 (2) 桁増設工法

③ 既設縦桁工法

床版補強のための縦桁をさらに断面補強して主桁化する補強工法



2.3 支承交換事例

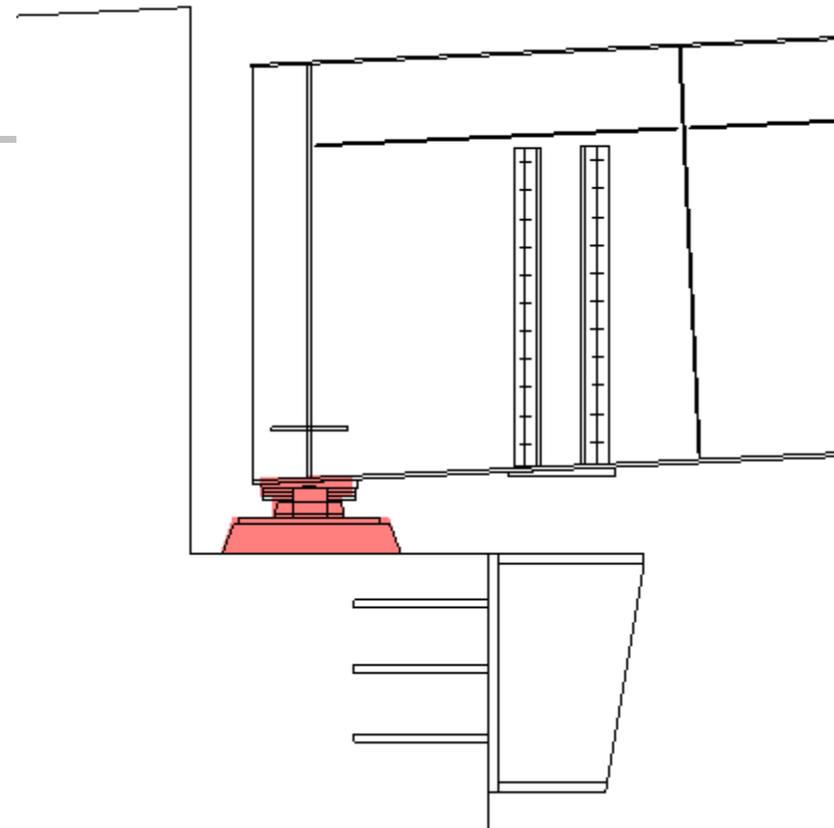
支承アンカー I - ①

ジャッキアップ I - ②

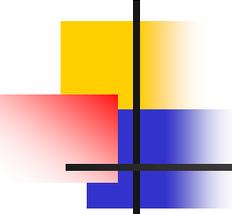
既設支承撤去 I - ③

新支承設置 I - ④

ジャッキダウン



I - ①～④の各作業について
具体的に紹介していきます



I - ① 支承アンカー

アンカー削孔

削孔時に鉄筋との干渉などで
設計値どおりの位置に孔が
明かないことがある

アンカー定着

アンカー位置の計測

ベースPL孔明け



支承ベースPLの孔明けを
アンカー位置計測後まで
保留にしておく

I - ② ジャッキアップ

ジャッキアップ状況



油圧ジャッキ操作



I - ② ジャッキアップ

油圧管理モニタ

高さ計測(管理)



桁間の相対変位の管理も必要

I - ② ジャッキアップ

ジャッキアップの留意点

- ・ 不均等荷重を考慮して、反力の1.5倍～2倍の能力を有するジャッキを用いるのがよい
- ・ 交通規制しない場合は、活荷重反力を考慮して
反力を算出する
- ・ サンドル上にセットする場合は、鉛直荷重の5%程度の水平力を見込む

I - ③ 既設支承撤去

沓座モルタルはつり



ブレーカーによるはつり作業

I - ③ 既設支承撤去

既設アンカー一切断



既設アンカーボルトガス切断作業

I - ③ 既設支承撤去

既設ソールPL撤去



ガウジングにより既設ソールPLの溶接ビードを飛ばし
グラインダーにて平滑に仕上げる

I - ④ 新支承設置

ベースPLの設置



ベースPL設置状況

I - ④ 新支承設置

ベースPLと下沓の現場溶接



新しい支承をセットし、ベースPLと下沓を溶接する

I - ④ 新支承設置

沓座モルタル

型枠組立



練り混ぜ



I - ④ 新支承設置

沓座モルタル

打設

完了



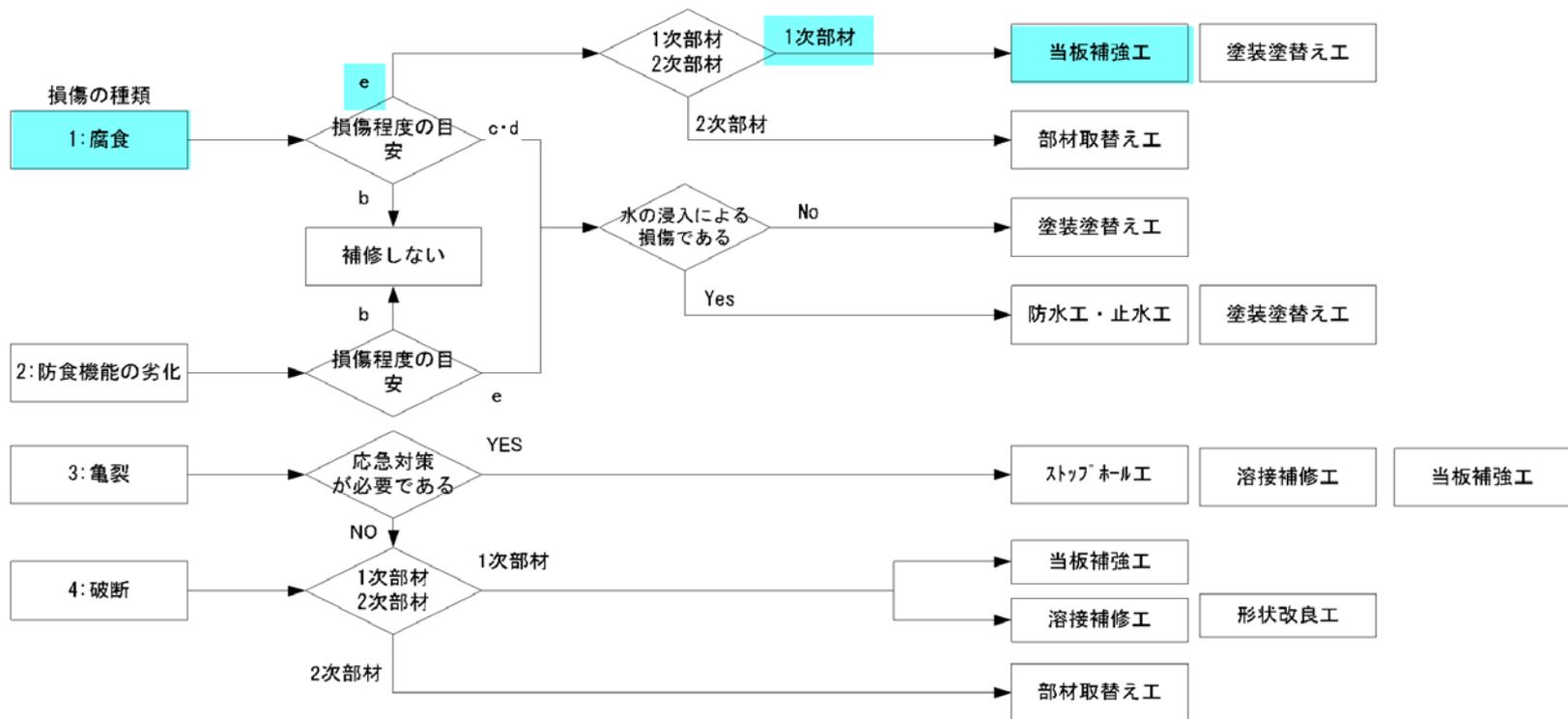
ゴム支承の場合の留意点

死荷重による鉛直変位を考慮して高さを決める

2.4 腐食の程度の判断事例

補修工法の選定フロー(例)

鋼部材の補修工法選定フロー(案)



出典元: 建設コンサルタンツ協会近畿支部 橋梁補修設計マニュアル(案)

損傷評価基準

1) 損傷程度の評価区分

| 区分 | 一般的状況 | | 備考 |
|----|-------|-------|----|
| | 損傷の深さ | 損傷の面積 | |
| a | 損傷なし | | |
| b | 小 | 小 | |
| c | 小 | 大 | |
| d | 大 | 小 | |
| e | 大 | 大 | |

2) 要因毎の一般的状況

a) 損傷の深さ

| 区分 | 一般的状況 |
|----|--------------------------------------|
| 大 | 鋼材表面に著しい膨張が生じているか、または明らかな板厚減少が視認できる。 |
| 中 | — |
| 小 | 錆は表面的であり、著しい板厚の減少は視認できない。 |

注) 錆の状態(屈状、孔食など)に関わらず、板厚(断面)減少の有無によって評価する。

b) 損傷の面積

| 区分 | 一般的状況 |
|----|---|
| 大 | 着目部分の全体的に錆が生じている。または着目部分に拡がりのある発錆箇所が複数ある。 |
| 小 | 損傷箇所の面積が小さく局部的である。 |

損傷の判定が、e判定の場合は、当て板補修を基本とする。

出典元: 鋼部材の損傷【国総研】

| 評価 d | | | | | | | |
|--|--|---|--|------|---|-----|-----------------|
| 写真番号 | 7 | 部材名 | 主桁 (S-Gs-S-Mg) | 写真番号 | 8 | 部材名 | 下横構 (S-Gs-S-L1) |
|  | |  | | | | | |
| 備考 | 損傷の深さ (大) : 著しい脆張 明らかな板厚減少。 損傷の面積 (小) : 面積が小さく局部的である。 | 備考 | 損傷の深さ (大) : 著しい脆張 明らかな板厚減少。 損傷の面積 (小) : 面積が小さく局部的である。 | | | | |

| 評価 e | | | | | | | |
|--|---|---|---|------|----|-----|------------------|
| 写真番号 | 9 | 部材名 | 主桁 (S-Gs-S-Mg) | 写真番号 | 10 | 部材名 | 下横構 (S-Gs-S-L1) |
|  | |  | | | | | |
| 備考 | 損傷の深さ (大) : 著しい脆張 明らかな板厚減少。 損傷の面積 (大) : 全体的に錆が生じている。 | 備考 | 損傷の深さ (大) : 著しい脆張 明らかな板厚減少。 損傷の面積 (大) : 全体的に錆が生じている。 | | | | |
| 写真番号 | 11 | 部材名 | 支承本体 (B-Bs-S-Bh) | 写真番号 | 12 | 部材名 | 支承本体 (B-Bs-S-Bh) |
|  | |  | | | | | |
| 備考 | 損傷の深さ (大) : 著しい脆張 明らかな板厚減少。 損傷の面積 (大) : 全体的に錆が生じている。 | 備考 | 損傷の深さ (大) : 著しい脆張 明らかな板厚減少。 損傷の面積 (大) : 全体的に錆が生じている。 | | | | |

出典元: 鋼部材の損傷【国総研】

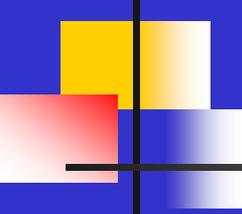
「橋梁架設工事の積算」の紹介

(一社日本建設機械施工協会)

橋梁架設工事の積算

平成27年度版

一般社団法人 日本建設機械施工協会



「橋梁架設工事の積算」

1. 橋梁補修・補強工事の積算をより**分かり易く、使い易く**かつ**実態**に合った積算が出来る。
2. 「土木工事標準積算基準書」に**記載されていない工種(項目)**。多岐にわたる昨今の補修工事にも適用できる。

「橋梁架設工事」の紹介(位置づけ)

工事積算時のイメージ

Step3

step 1

土木工事標準
積算基準書(赤本)

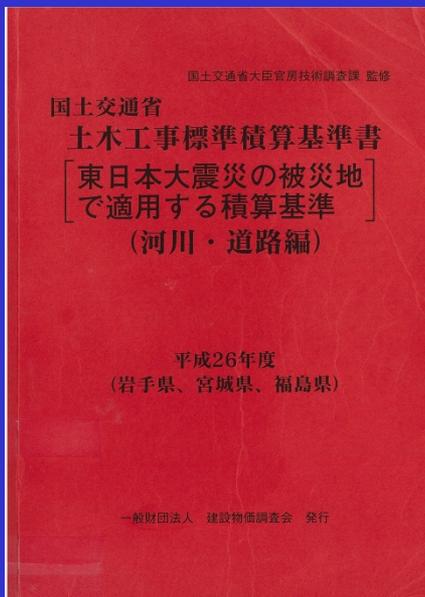
Step2

土木コスト情報
積算資料

基準がない場合
設計変更時

特別調査

例
建設物価調査会
経済調査会



橋梁架設
工事の積算(黄
本)

橋梁架設工事の積算

平成27年度版

一般財団法人 日本建設機械施工協会

利用者からの声を反映

1. 必要な工種を探しづらい！
2. 足場のタイプによって含まれる項目が分からない。
3. 工種によって使用する足場の種類が分からない。
3. 塗装用足場の歩掛り。
4. ブラスト(素地調整工)施工時の養生・研削材の回収(搬出)・処分費の歩掛。
5. 湿式塗膜剥離剤工の歩掛がない。
6. 支承取替工の歩掛に含まれる項目と含まれない項目が分からない。
7. その他

掲載歩掛例

(土木工事積算基準書(赤本)と橋梁架設工事の積算(黄本)両方が記載)

工種、歩掛内容・番号、掲載ページが一目で解るように
国交省(ゴシック体)、黄本独自歩掛(明朝体)で記載

4.1.4 橋梁補修 掲載歩掛一覧

*ゴシック体は国交省歩掛を示す

| 番号 | 工種 | 表番号 | 名称 | 頁 | 備考 |
|-----|--------|--------|--------------------|-----|-----------------|
| 4-2 | 補修用足場工 | | 足場の設置期間の考え方 | 964 | |
| 4-2 | 〃 | 4-2-1 | 足場工の種類 | 965 | ゴシック体 |
| 4-2 | 〃 | 4-2-3 | 損料および歩掛係数(床版補強等) | 970 | TYPE A1~3、B、C、D |
| 4-2 | 〃 | 4-2-5 | 損料および歩掛係数(橋梁地覆補修等) | 971 | TYPE E |
| 4-2 | 〃 | 4-2-7 | 損料および歩掛係数(支承取替工等) | 973 | TYPE F |
| 4-2 | 〃 | 4-2-8 | 損料および歩掛係数(枠組足場) | 975 | TYPE G |
| 4-2 | 〃 | 4-2-10 | 損料および歩掛係数(塗替塗装用足場) | 977 | TYPE H、I |
| 4-2 | 〃 | 単価表-1 | 橋梁点検車運転費 | 977 | TYPE J |
| 4-2 | 〃 | 単価表-2 | 高所作業車運転費 | 977 | TYPE J |
| 4-2 | 〃 | 4-2-11 | PC橋用足場工(足場工・朝顔工) | 979 | |
| 4-2 | 〃 | 4-2-12 | PC橋用足場工(防護工) | 979 | 明朝体 |

鋼橋についてのご質問は

日本橋梁建設協会
Japan Bridge Association

ホーム | English | Member | サイトマップ | リンク | お問い合わせ

Google サイト内検索

ホーム HOME 橋建協紹介 JBA 出版物 Publication 活動情報 Activity Information 技術者向け情報 Information for Engineers 一般向け情報 General Information

技術者向け情報 Information for Engineer

橋梁建設の技術者向け情報です

HOME 技術者向け情報

トピックス Topics

>> 一覧を見る

- 2012.02.23 更新 耐候性鋼橋梁実績結果資料集(第17版)を公開しました
- 2011.11.04 更新 橋建協報告 東日本大震災 被害調査報告を掲載
- 2011.08.02 更新 橋建協協会誌「虹橋No75」のお知らせ
- 2011.06.27 更新 平成23年度橋梁年鑑発刊のお知らせ
- 2011.05.10 更新 「技術短信No.11」をホームページに公開致しました

橋梁術者の皆様向け

| | | | |
|-------------------|------------|--------------|----------|
| 鋼橋のQ&A | 橋梁年鑑データベース | 技術資料 | 技報データベース |
| 技術短信 | 鋼橋の統計データ | 耐候性鋼橋梁の実績資料集 | |

これから鋼橋を学ぶ皆様向け

| | | |
|-----------|-------|-------|
| 鋼橋へのアプローチ | 鋼橋の架設 | 鋼橋の製作 |
|-----------|-------|-------|

※当サイトで使用している画像や文章には全て著作権がございます。
copyright©2008 Japan Bridge Association Allrights reserved.

→ 個人情報保護方針 → ご利用に関して

まずは、
ホームページへ。

鋼橋のQ&A

ご覧になってください

もっと、詳しく
お知りになりたいとき



橋の相談室

次世代へ「優良な財産」を
受け渡すために

橋の相談室

鋼橋エンジニアの知識・経験を提供！

「橋の相談室」は

相談内容を厳格に管理し、**守秘**を実施しています。

鋼橋に関する相談ごとは、「橋の相談室」へ

検索は

TEL 03-3507-5225 FAX 03-3507-5235

URL <http://www.jasbc.or.jp/soudan/index.php>

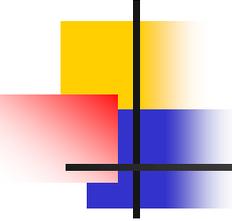
業務内容により有償業務となる事もあります。

近畿事務所 TEL : 06-6533-3238

FAX : 06-6535-5086

Eメール : hashiken@gold.ocn.ne.jp

お気軽にメール
をどうぞ



ご清聴ありがとうございました。



一般社団法人 日本橋梁建設協会