

4. 補修施工

4. 1 工事の概要

都市高速道路の高架橋は、桁下を一般道路がこれに沿っていて車両の交通量が多い。補修工事を実施するに際し、発注者、道路管理者、警察と施工要領、交通規制方法、交通安全対策、日程などを協議する。また、作業員や第三者への安全対策を盛り込んだ社内審査済みの工事計画書を労働基準監督署に説明を行う。補修工事は、補修の数量は少ないが、補修箇所はあちこちに点在している上に、車両の排煙、付近の塵埃、鳩の糞などが橋脚上や橋桁に付着・堆積しており、工事環境は最悪である。施工管理者は、供用下で、狭隘な場所での施工であることを十分認識した上で、最良の施工をとらせるために、設計者と綿密に打合せ、作業者に忠実に実行させることが重要である。

4. 1. 1 工事場所

〇〇高速道路〇〇線〇〇工区高架橋

〇〇都〇〇区〇〇丁目

4. 1. 2 工事範囲

(1)、補修内容

本橋の点検・調査で洗い出された各部位の変状を、多方面から分析し、検討を加えた結果、補修箇所は図-2.5.1の変状一覧表の通りである。各補修項目毎の補修内容を表-4.1.1(1)~(7)に示す。(P.31)

(2)、工事の範囲

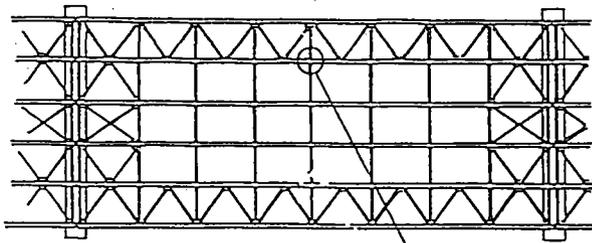
工事の範囲は、補修項目①~⑦の工事と、この工事を行うための準備(付帯)工事である。準備工事には、仮設備設置・撤去工事、補強部材の製作・輸送(本事例には記載していない)、交通規制、足場設置・撤去工事、補修塗装がある。

表-4.1.1(1)

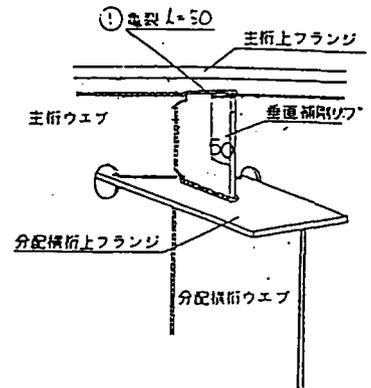
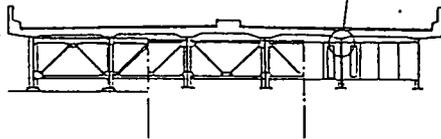
①. 主桁と分配横桁の交差部に生じた亀裂

補修箇所・変状

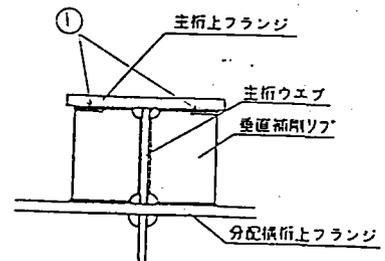
垂直補剛リブ上側の溶接ビード止端（リブ側止端）に50mmのき裂



垂直補剛リブと腹板の溶接部の亀裂



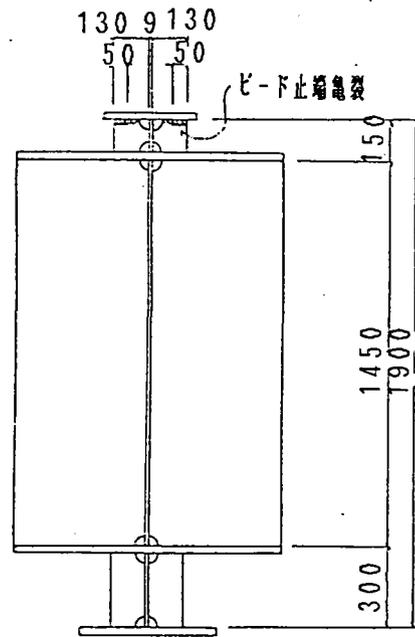
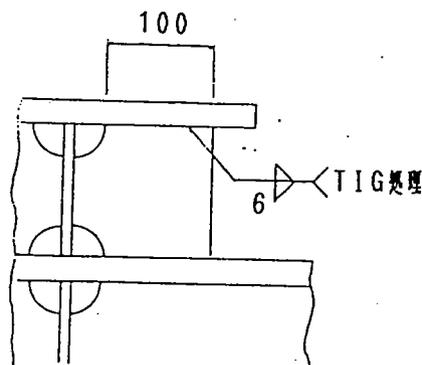
亀裂は先端部を除き貫通している。
(母材厚t=9.0mm)



補修内容

補修方法

- ①. 亀裂の発生部分をはかり取って再溶接する。
- ・ 亀裂先端より20mmの範囲をエアー・ガウジングで除去する。
- ・ 低水素系溶接棒で連続（途中で止めない）して溶接する。
- ・ ビード止端部のTIG処理を行う。



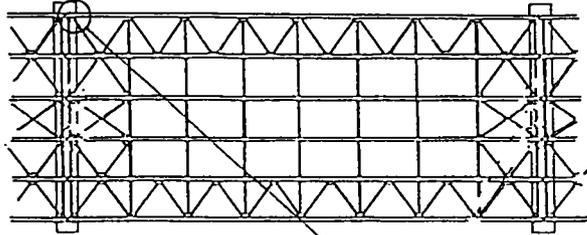
- ・ ガウジング長
LG=0.1×4=0.4m
- ・ 溶接延長
LW=0.4m

表-4.1.1(2)

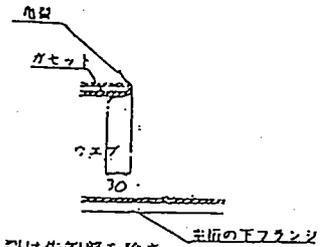
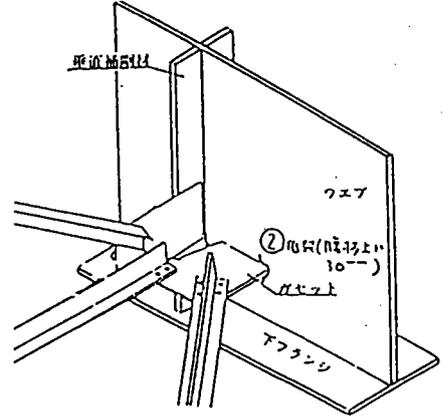
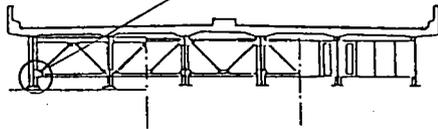
②. 主桁腹板ガセット端部に生じた亀裂

補
修
箇
所
・
変
状

腹板に取付けられた横構ガセットの回し溶接部にき裂が入り、腹板上に進行している。



横構取付けガセットの亀裂

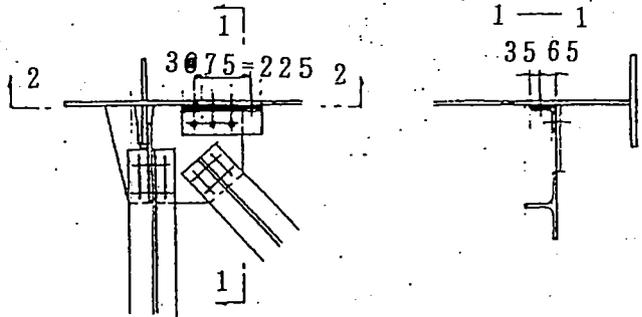


亀裂は先端部を除き貫通している。
(母材厚 $t=9.0\text{mm}$)

補
修
内
容

補修方法

- ①. 亀裂の発生部分をはり取って再溶接する。
 - ・ 亀裂先端より20mmの範囲をエアーガウジングで除去する。
 - ・ 低水素系溶接棒で連続（途中で止めない）して溶接する。
 - ・ ビード止端部のTIG処理を行う。
- ②. ガセットプレートと腹板とを連結材（高力ボルト使用）で補強する。



補強部材(1ヶ所当り)

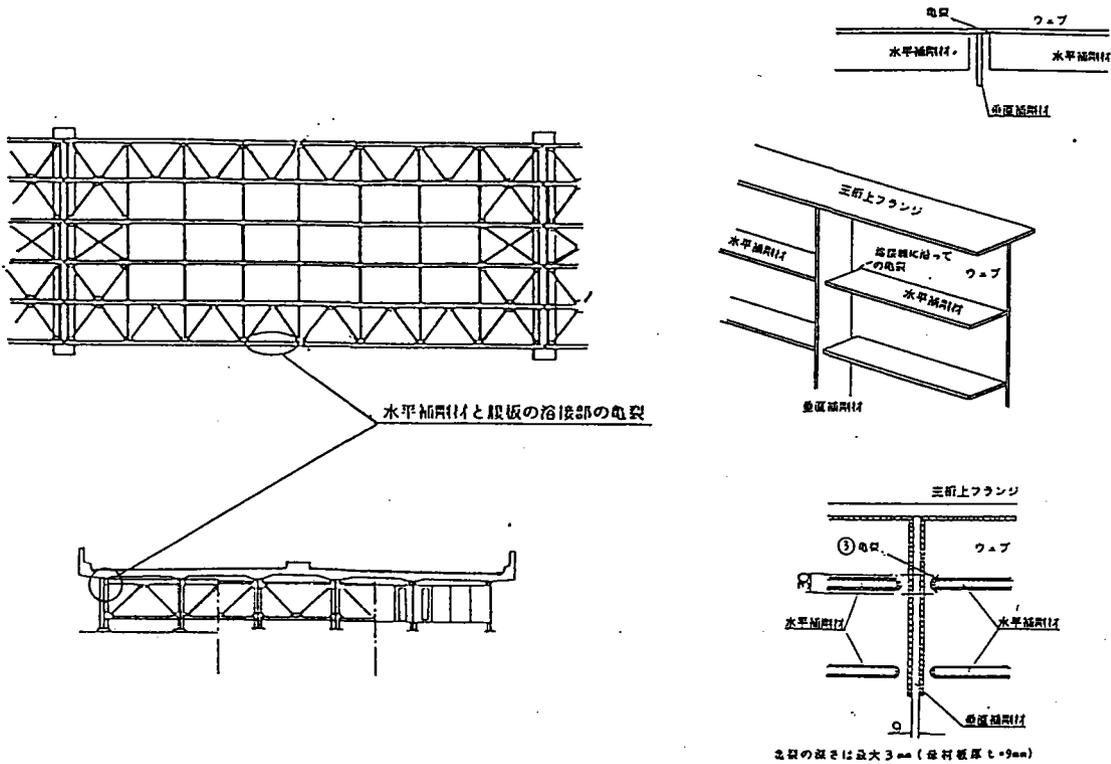
- 1-L 100 x 10 x 305
- 1-FillerPl 90 x 10 x 305
- 3-H. T. B M22 x 60 (F10T)
- 4-H. T. B M22 x 70 (F10T)

表-4.1.1(3)

③. 水平補剛材端部に生じた亀裂

補
修
箇
所
・
変
状

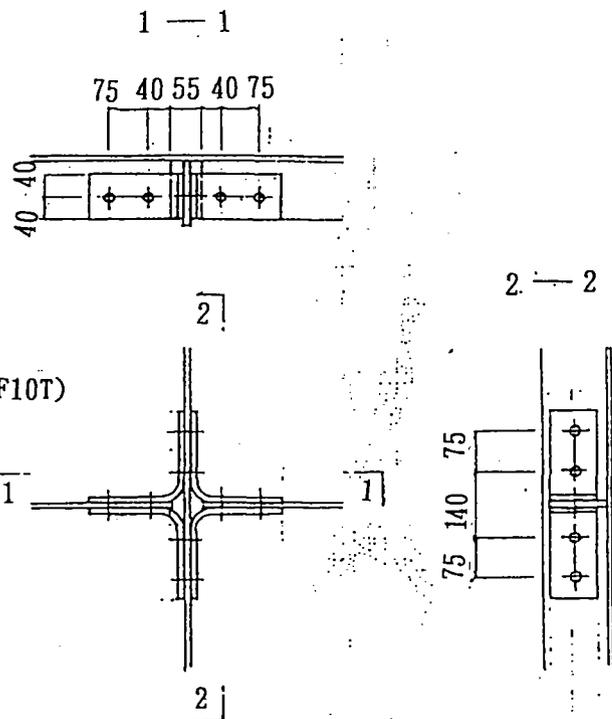
主桁の腹板に取付く水平補剛材の端部に生じたき裂であるが、今のところこの事例は少ない。



補
修
内
容

補修方法

- ①. 亀裂の発生部分をはり取って再溶接する。
 - ・ 亀裂先端より20mmの範囲をエアーガウジングで欠陥を除去する。
 - ・ 低水素系溶接棒で連続（途中で止めない）して溶接する。
 - ・ ビード止端部のTIG処理を行う。
- ②. 水平補剛材と垂直補剛材とを連結板（高力ボルト使用）で補強する。



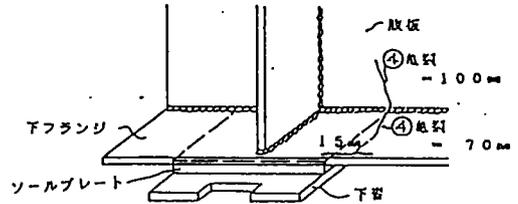
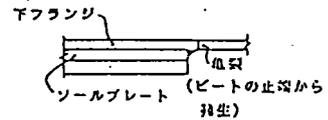
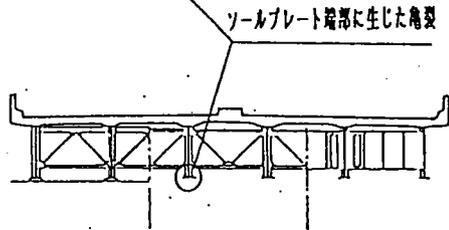
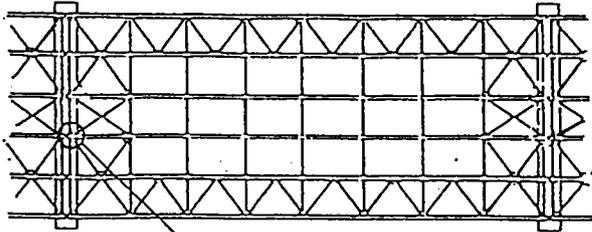
補強部材
4-P1 80×8×300
8-H. T. B M22×65 (F10T)

表-4.1.1(4)

④. ソールプレート端部に生じた亀裂

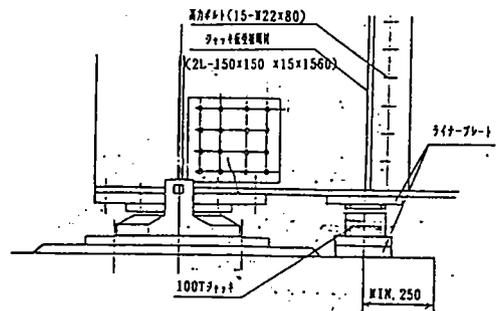
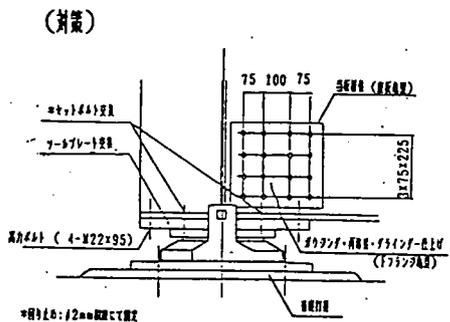
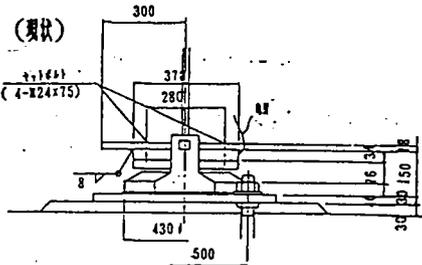
補修箇所変状

ソールプレートが取付く下フランジの溶接ビード止端からき裂が発生し、フランジおよび腹板にそれぞれ70mm、100mm進展している。また、フランジ上のき裂はややスパン中央側に15mm程進み始めている。なお、その箇所でシュー座が破損しシューが傾いている。



補修方法

- ①. 母材に達した亀裂の先端にストップホールを設ける。
- ②. ソールプレートは、高力ボルトで大きめのものに交換。
- ③. 亀裂はガウジングして除去し、再溶接して余熱をグラインダーで仕上げる。
- ④. 破損部材を交換。
- ⑤. 腹板亀裂部は、高力ボルトで当板補強。



補強部材

- 1-P1 340×34×610
- 1-P1 305×9 ×330
- 4-H. T. B W22×95(F10t)
- 16-H. T. B W22×60(F10t)
- 4-Set Bolt W24×75
- 2-L 150×150 ×15×1560 (主筋補強材)
- 15-H. T. B W22×80(F10t)
- 巻戻材料 0.0291m³
- ・ガウジング長
LG= 1.78m
- ・溶接長
LW= 0.12×5.08+0.9×14.2=2.0q

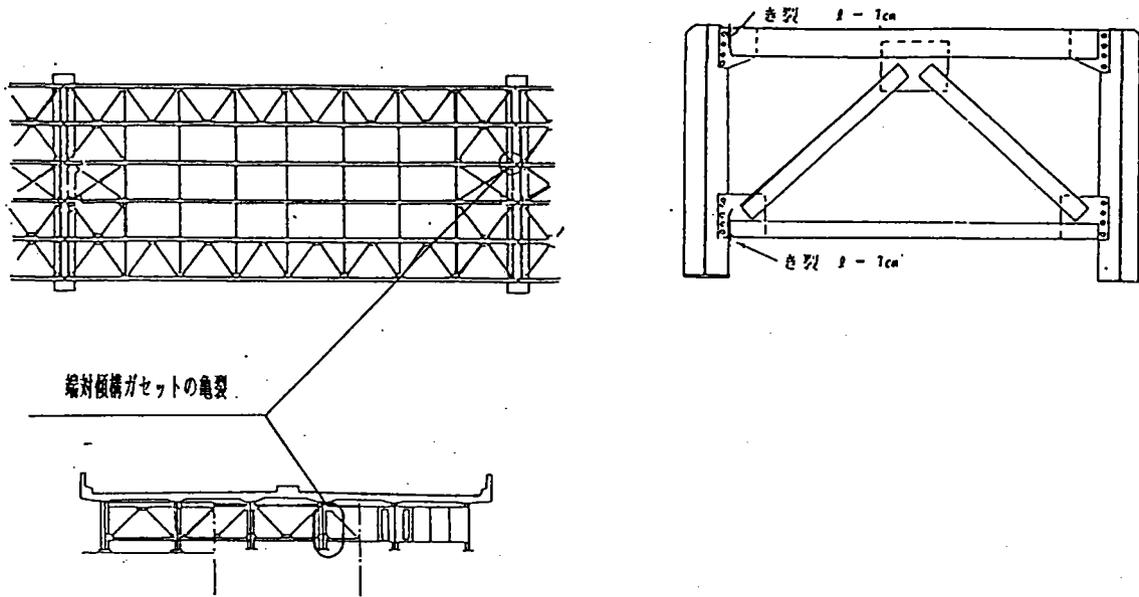
補修内容

表-4.1.1(5)

⑤. 端対傾構ガセット部に生じた亀裂

補
修
箇
所
・
変
状

桁端対傾構の下側ガセットの溶接ビード止端部で下端から70mm程度のき裂が発生している。
その箇所ではシュー座が破損して支点沈下を起こしている。



補
修
内
容

補修方法

- ①. ガセットの上弦材、斜材、下弦材に補修設計通り孔をあける。
- ②. ガウジングで亀裂のある下弦材ガセットを取り外し、新しいガセットに取替える。
- ③. ガウジングで亀裂のある上弦材ガセットを取り外し、新しいガセットに取替える。
- ④. 杏座打替え。

補強部材

- | | |
|-----------|--------------|
| 1-P1 | 305x 8x350 |
| 4-H. T. B | M22x65(F10T) |
| 4-H. T. B | M22x60(F10T) |
| 1-P1 | 305x 8x420 |
| 4-H. T. B | M22x65(F10T) |
| 8-H. T. B | M22x60(F10T) |

・ガウジング長

LG=1.15m

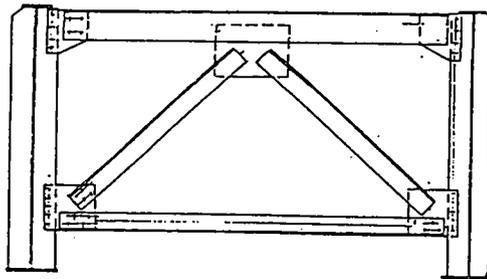
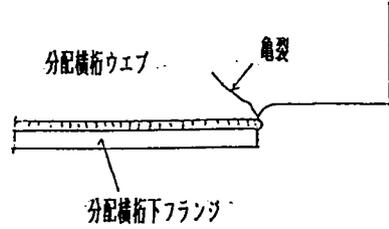
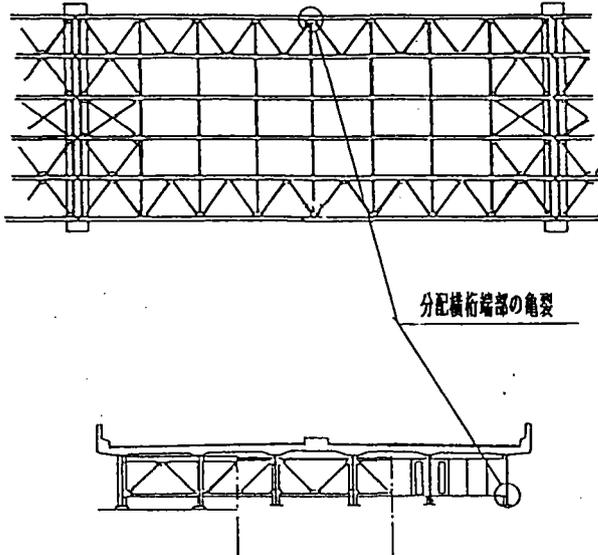


表-4.1.1(6)

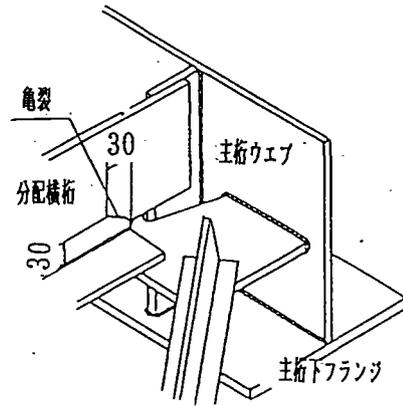
⑥. 分配横桁切欠き部に生じた亀裂

補修箇所・変状

主桁の支間中間部にある横分配桁の横桁腹板の切欠き部から40mm程度のき裂が発生した。



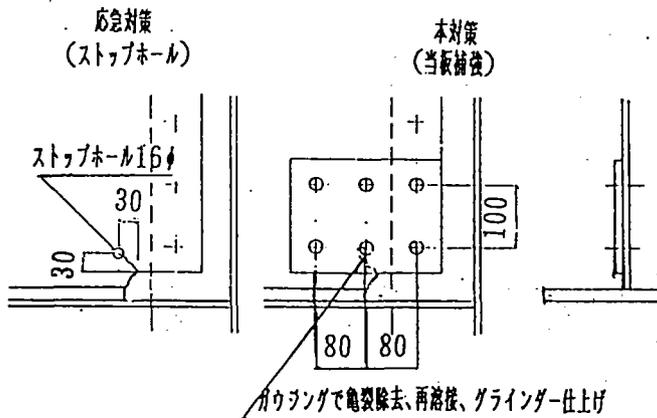
亀裂はビード止端とウェブ切欠きコーナーとの接点からスタートしている。



補修内容

補修方法

- ①. 母材に達した亀裂の先端にストップホールを設ける。
- ②. 亀裂はガウジングして除去し再溶接（止裂部TIG継ぎ）、余盛をグラインダーで仕上げる。
- ③. 腹板亀裂部は高力ボルトで当接補強。



補強部材

- 1-PI 180×12×240
- 2-H. T. B M22×75(F10T)
- 4-H. T. B M22×75(F10T)

・ガウジング長

LG=0.06m

・溶接長

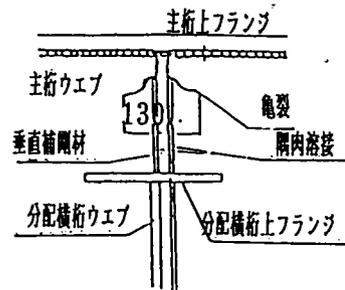
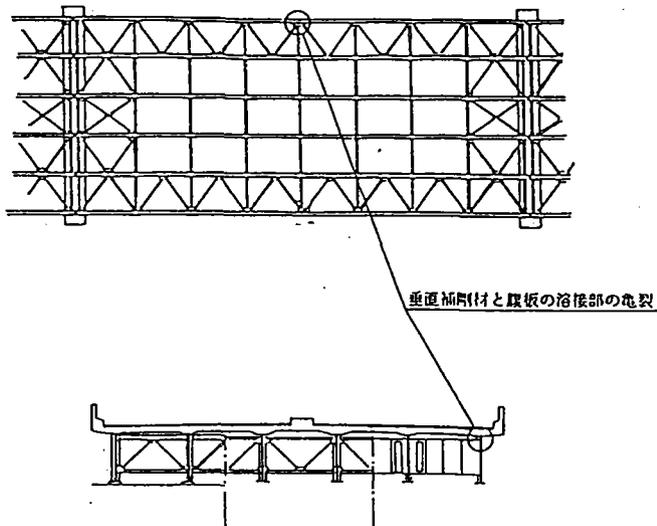
LW=0.04×4.83=0.19m

表-4.1.1(7)

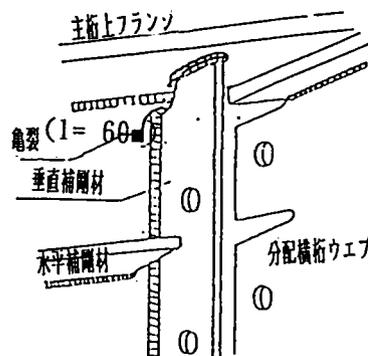
⑦. 横桁を連結した垂直補剛材接合部に生じた亀裂

補
修
箇
所
・
変
状

上フランジ側垂直補剛材のスカート部分の回し溶接部のビード止端からのき裂で、き裂は60mm程主桁の腹板に達している。



亀裂の深さは最大 5mm (母材板厚 t=9mm)

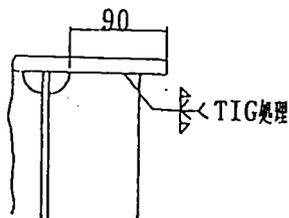


補
修
内
容

補修方法

- ①. 亀裂の発生部分をはつき取って再溶接する。
- ・ 亀裂先端より20mmの範囲をエアー-ガウジングで欠陥を除去する。
- ・ 低水素系溶接棒で遮覆(途中で止めない)して溶接する。
- ・ ビード止端部のTIG処理を行う。

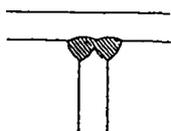
*垂直補剛材天端溶接部亀裂の場合



*腹板部の亀裂の場合

- ・ ガウジング長
LG=0.17m
- ・ 溶接長
LG=0.17×5.08= 0.86m

- ・ ガウジング長
LG=0.36m
- ・ 溶接長
LG=0.36m



4. 2 工事体制

4. 2. 1 工事管理組織

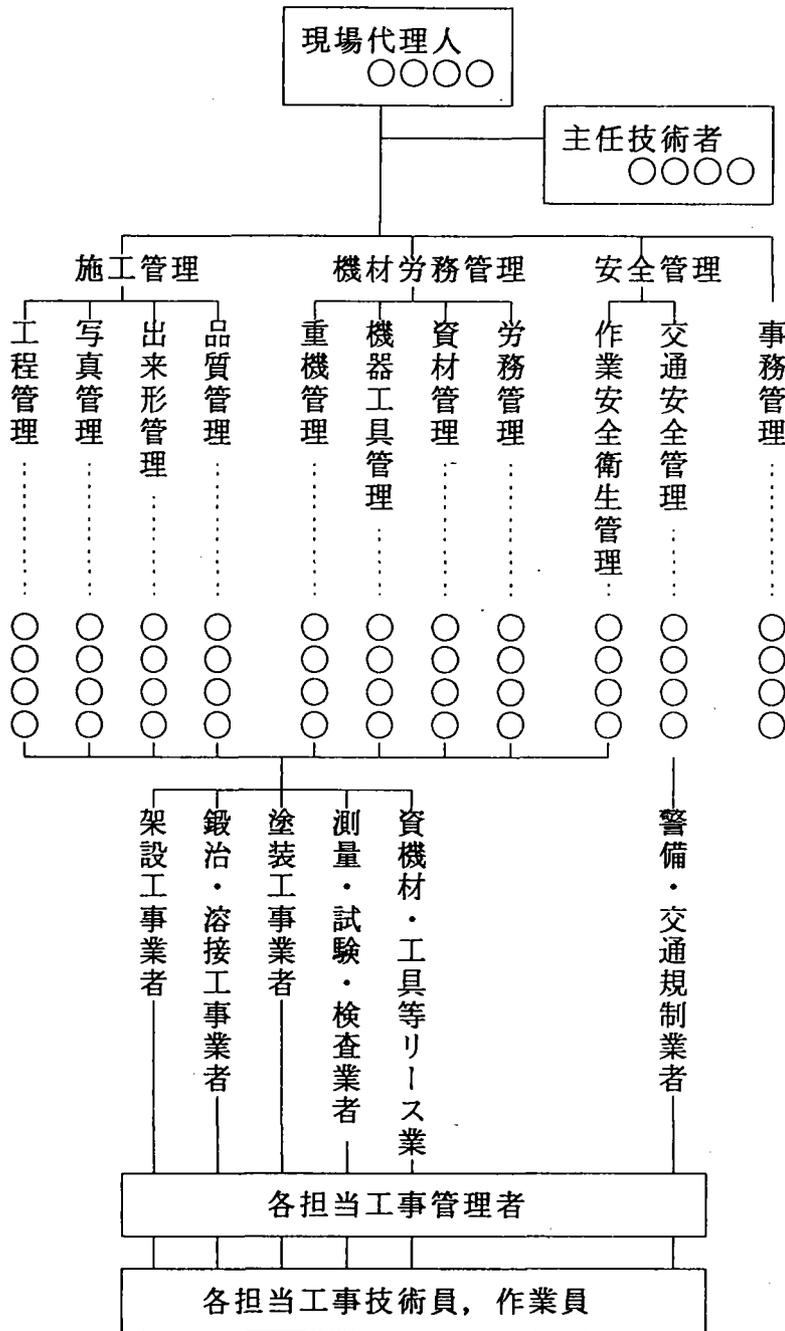
(1) 管理組織

本工事の現場管理組織は下図のとおりとする。

<現場事務所>

- ・所在地；〇〇県〇〇市〇〇町〇丁目〇〇番地
- ・電話；(〇〇〇) 〇〇〇-〇〇〇〇

<現場管理組織>



(請 負 者)

(協 力 会 社)

図 4.2.1. 現場管理組織

(2) 作業職種と員数

本工事の実施に必要な作業職種と員数構成を下表に示す。

表 4.2.1 作業職種と員数構成

番号	損傷の名称	作業職種					
		橋梁世話役	橋梁特殊工	橋梁塗装工	橋梁溶接工	検査員	普通作業員
①	主桁と分配横桁の交差部に生じた亀裂	名 1	名 1	名	名 /	名 1	名 1
②	主桁の腹板ガセット端部に生じた亀裂	1	2		/	1	1
③	水平補剛材端部に生じた亀裂	1	2		/	1	1
④	ソールプレート端部に生じた亀裂	1	4		/	1	1
⑤	端対傾構のガセット部に生じた亀裂	1	2			1	1
⑥	分配横桁切欠き部に生じた亀裂	1	2		/	1	1
⑦	横桁を連結した垂直補剛材接合部に生じた亀裂	1	1		/	1	1
A	補修塗装	1		2			
B	足場工	1	4				2
C	警備, 交通規制等						2

4. 2. 2 安全管理

本工事に従事する作業員の安全と健康を確保し、良好な労働条件と作業環境の形成を促進するため、工事の安全に十分留意した現場管理を行い、労働災害の防止に努めるものとする。

(1) 組織体制

本工事における安全衛生管理組織は下図に示すとおりとする。なお、当組織には労働安全衛生法第30条「特定元方事業者の構すべき措置」に基づく協議組織として現地工事安全衛生協議会を組入れ、工事安全衛生に関する自主的管理の促進による関係作業員の安全意識の向上をはかるとともに、十分な安全衛生管理を実施する。当協議会は元請け企業および本工事関係請負人により組織し、設置期間は本工事施工期間とする。

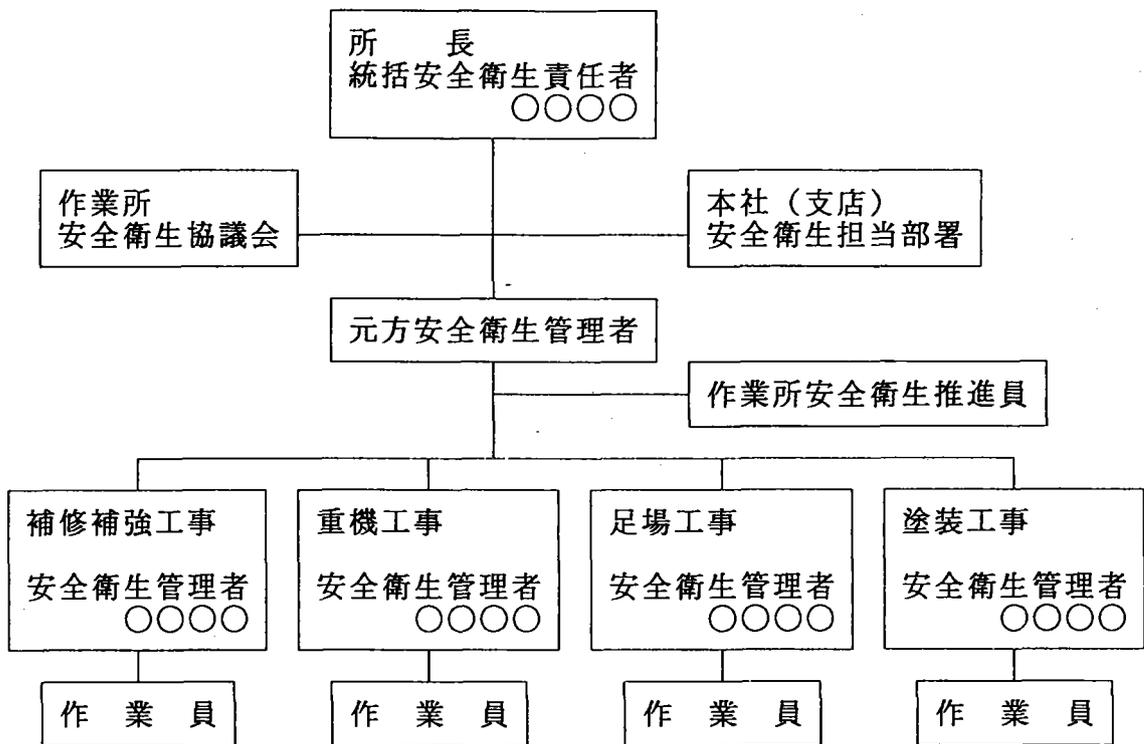


図 4.2.2 安全衛生管理組織

<担当業務>

統括安全衛生責任者は、労働安全衛生法に基づき、作業所内での全ての者を統括し、安全衛生に関する下記の業務を行うものとする。

- ① 作業所の労働災害防止計画および労働災害防止対策に関する事項。
- ② 作業間の連絡調整に関する事項。

- ③ 作業所内の巡視に関する事項。
- ④ 安全衛生教育に関する事項。
- ⑤ 作業方法から生じる危険の防止に関する事項。
- ⑥ 電気、機械、設備、引火物、熱エネルギー等による災害の防止に関する事項。
- ⑦ 災害が発生した場合において、その状況の調査と原因の究明および今後の対策に関する事項。
- ⑧ 職場環境の整備に関する事項。
- ⑨ 健康管理に関する事項。
- ⑩ 本社（支店）安全衛生担当部署の指示の伝達および実施に関する事項。
- ⑪ その他目的の達成に必要な事項。

（２）交通対策

イ. 保安施設

工事表示板、交通規制標識、工事予告板、工事協力依頼板、防護柵等の保安施設については、道路使用状況図に従って設置する。警察等の関係監督官庁の指示や指導を受ける必要があるものについては、それに従うものとする。

- ・立入禁止措置 …………… 工事用出入口には関係者以外立入禁止の看板を設置するとともに、容易に侵入出来ないようにバリケードを設ける。
- ・誘導員、保安要員 …… 工事用車両の出入りに際しては、誘導員を配置する。
また、架設時など第三者に対して危険を及ぼす恐れのある作業を行う場合には、保安要員を配置して一般車両および歩行者を安全に誘導する。
- ・保安設備の設置 …………… 道路等を工事のために専有する場合は、工事看板、工事標識、バリケード、保安灯などを確実に配置し、工事専有範囲を明確にする。
- ・工事用車両の管理 …… 工事用車両の運行に際しては、交通法規を遵守し、道路表示、道路標識に従うことは勿論、一般車両を優先通行させ、事故および一般車両とのトラブルを未然に防ぐよう運転者に対して日常の管理指導を徹底する。

ロ. 交通整理員

作業中は、道路使用状況図に従って交通整理員を配置する。このとき警察等監督関係官庁の指示および指導があった場合にはそれに従うものとする。また交通整理員には周囲の状況および作業内容を熟知させたうえで業務につかせるとともに、歩行者、一般車両を優先的に誘導するように指導する。

ハ. 場内外の整理整頓

工事現場内は勿論、その付近についても常に整理整頓し、一般交通に支障をきたさないようにする。

ニ. 道路使用許可条件の遵守

工事着手前に、道路使用許可条件について現場関係者全員に周知徹底させ、許可条件の遵守に努める。

ホ. 所轄派出所への連絡

工事着手前に、必ず近くの派出所に挨拶に行き、工事内容等について理解を得ておく。

ヘ. もらい事故、閉じ込まれ事故

もらい事故は、本人の努力だけでは避けられない面があるが、部外者に注意を喚起するために標識、灯具類を十分に活用するとともに、路面上の作業時には、トラチョッキ等を着用することとする。閉じ込まれ事故については、始業時、終業時のミーティングにおける確実な人数把握、入出場名札管理等により閉じ込めの防止、早期発見につとめる。

(3) 緊急時対策

イ. 事故対策

工事現場内において事故等の災害が発生した場合には、直ちに対応体制を組み、現場代理人以下現場組織表の各担当職務に応じて行動する。なお、災害発生等緊急時の連絡系統および夜間または休日における連絡方法は、次頁に示す「緊急時の連絡系統図」に従うものとする。

地震による災害発生の場合も同様とする。

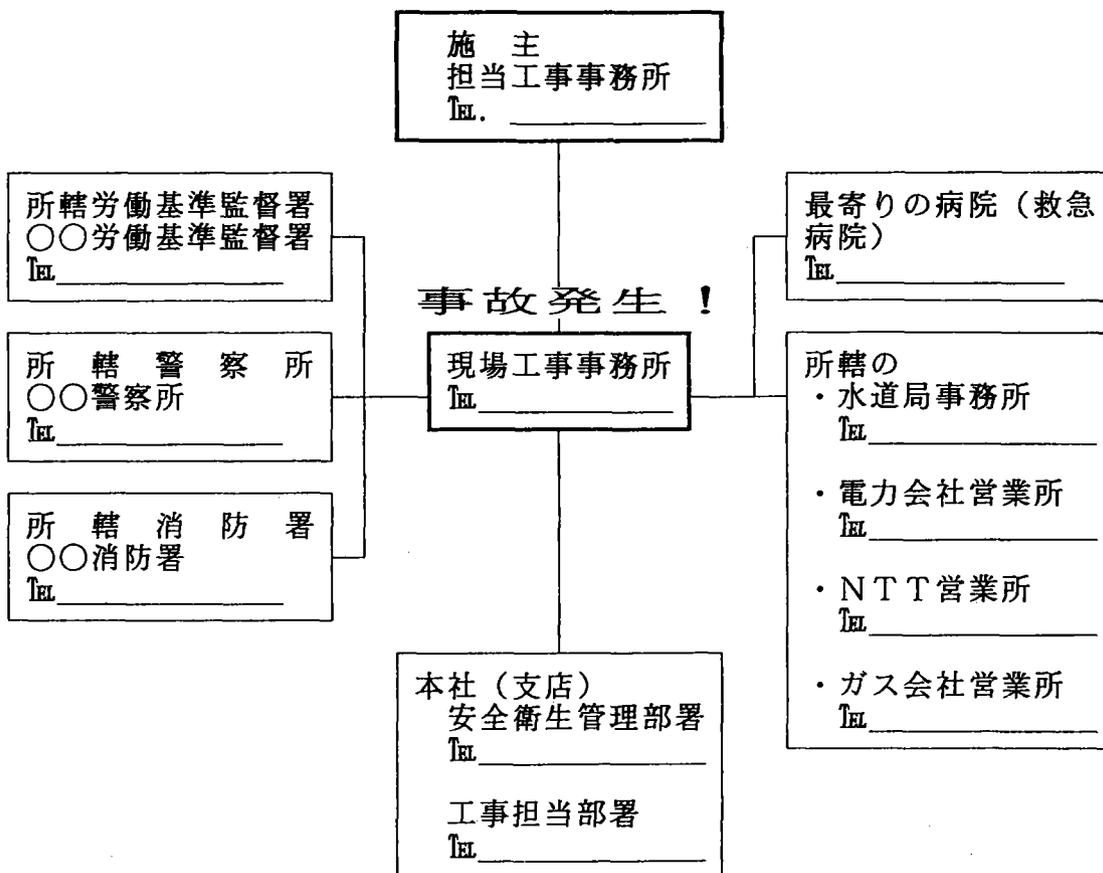
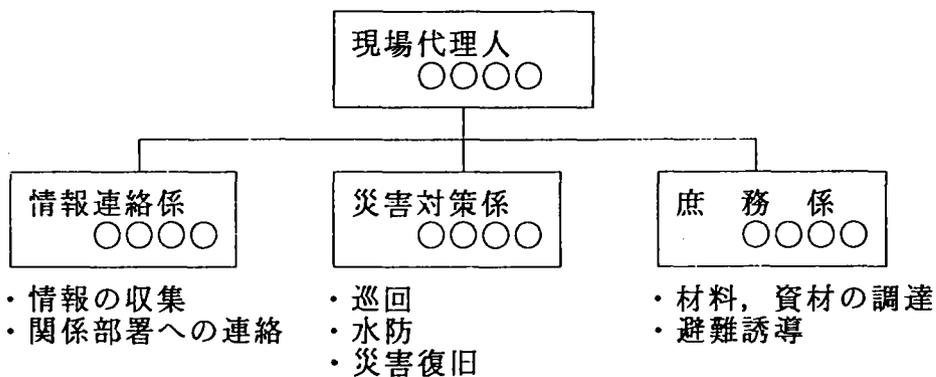


図 4.2.3 緊急時の連絡系統図

ロ. その他の災害対策

大雨、洪水、強風等の異常気象で災害の発生する恐れのある場合は、下記の組織構成で監視体制に入り、必要に応じて現場内をパトロールして警戒する。



また、作業現場内において災害発生あるいはその恐れがある場合には、勤務時間内においては直ちに対応体制に入り、現場代理人以下全員が、各自の担当職務に応じて行動する。夜間および休日の場合には、現場事務所に現場代理人または安全巡視員が待機宿直して警戒に当たるとともに、緊急事態に備えて関係作業員

は自宅あるいは宿舎に待機させるものとする。

なお、災害発生時の連絡系統および夜間、休日における連絡方法は、(図 4.2 .3)の「緊急時の連絡系統図」のとおりとする。

(4) 環境対策

イ. 騒音, 振動対策

- ・機械類は、騒音防止のため、防音型の機種を使用する。
- ・作業時の連絡合図は、極力無線や手合図によるものとする。
- ・重機等の空ふかしは行わないよう運転手を指導する。

ロ. 地元対策

- ・監督員と協議のうえ、必要なときは周辺地元住民, 商店, 会社等に工事説明を行い、工事への理解と協力が得られるように努める。
- ・現場周辺の4S(整理, 整頓, 清潔, 清掃)の徹底を図り、住民に不快感を与えないように努める。
- ・作業員の入現教育時には必ず全員に環境対策の重要性を周知徹底させ、地元とのトラブル防止に努める。

4. 3 仮設備計画

4. 3. 1 事務所，倉庫

(1) 事務所

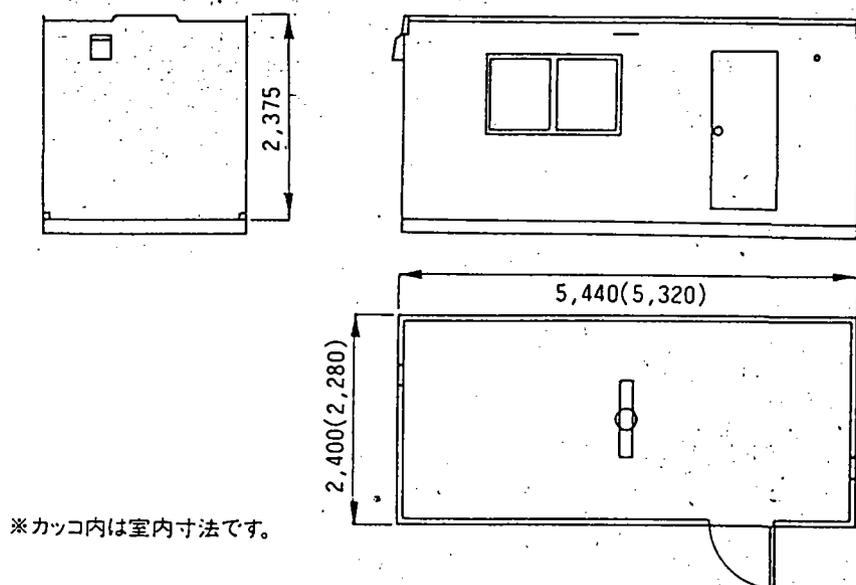
現場敷地内に現場事務所として下記の仮設建物を設置する。(図 4.3.1)にカタログの写しを添付する。

- a. 現場事務所 …… ユニットハウス (5.4 m × 2.4 m) …… 1 棟
- b. 作業員休憩所 …… ユニットハウス (5.4 m × 2.4 m) …… 1 棟
- c. 簡易トイレ …… 大小各 1 穴 (タンク式, 洗面所付) …… 1 棟

<仕様>

現場事務所の仕様は次のとおりとする。

- ・窓には全てカーテンを取り付ける。
- ・出入口にはヒサシおよびタタキを設ける。
- ・洗い場を 1ヶ所設ける。
- ・屋根は耐風対策を施すとともに耐風策を設ける (台風時期にかかる場合)



(図 4.3.1)現場事務所および作業員休憩所

イ. 事務所備品

事務所備品は次のとおりとする。

・スチール机（片袖）	1卓
・回転椅子（一般用）	1脚
・キャビネット（2段式）	1台
・マップハンガー（A1用）	1台
・水屋（小型のもの）	1個
・流し台，コンロ	各1個
・換気扇	1台
・ロッカー（2人用）	1台
・製図台（A1，ドラフター，スタンド，椅子付）	1台
・ホワイトボード（工程）	1枚
・ホワイトボード（無地）	1枚
・折り畳み椅子	5脚
・ウインドー型クーラー（夏場のみ）	1台
・小型石油ストーブ（煙突なし，冬場のみ）	1台
・ガスコンロ（1ケロ，プロパン用）	1台
・消火器（10型）	2本
・玄関マット	1枚
・什器類（ポット1，やかん1，湯呑5，コップ5，コーヒーカップ5，急須1，盆1，スプーン5等）	1式
・ヘルメット掛け（3人用）	1基
・複写機（ゼロックス，A3用，縮小拡大機能付）	1台
・電話，ファックス	1台

ロ. 作業員休憩所備品

作業員休憩所備品は次のとおりとする。

・換気扇	1台
・ホワイトボード（工程）	1枚
・ホワイトボード（無地）	1枚
・折り畳み椅子	8脚

- ・会議机 4 卓
- ・ウインドー型クーラー（夏場のみ） 1 台
- ・小型石油ストーブ（煙突なし，冬場のみ） 1 台
- ・消火器（10型） 2 本
- ・ヘルメット掛け（6人用） 1 基

ハ. 電気，水道，排水，ガス設備工事

電気，水道，排水，ガス設備工事の仕様は次のとおりとする。

a. 電気設備（事務所，作業員休憩所）

- ・蛍光灯 40w × 2 連 × 2 基（事務所，作業員休憩所各 1 基）
- ・コンセント 2 口 × 2 ヶ所（事務所，作業員休憩所各 1 ヶ所）

b. 水道，排水設備（配管含む）

- ・上水道設備 4 栓（流し，洗い場，トイレ，洗面所）
- ・排水設備 1 式

c. ガス設備

- ・プロパンガス設備 1 式（屋外ボンベ配管，屋根付）

（2）倉庫

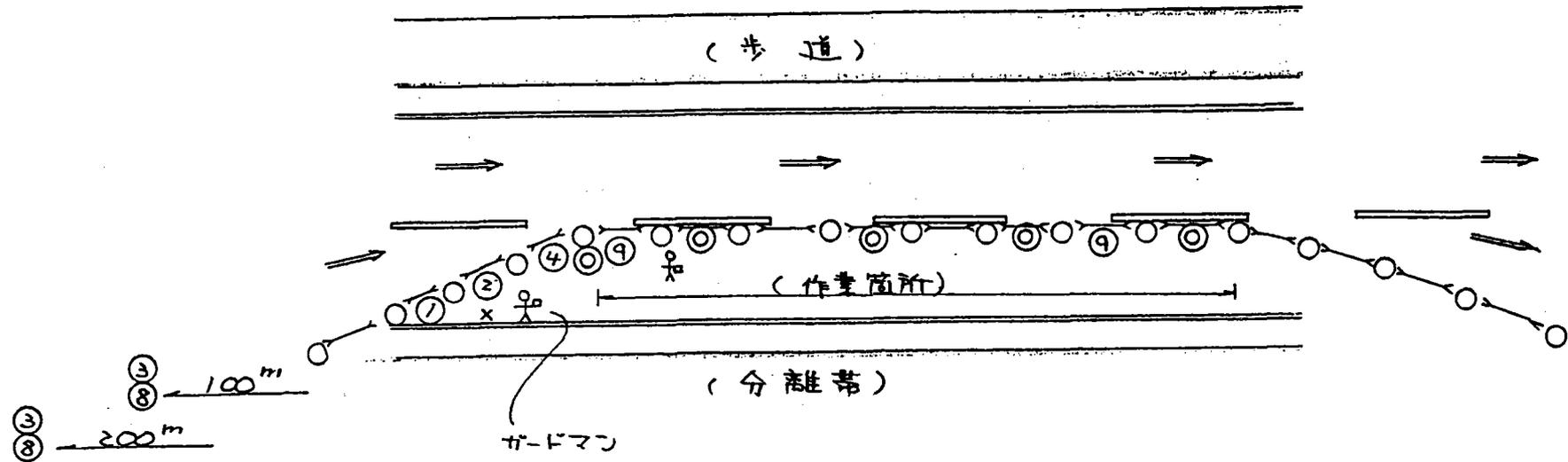
下記仕様にて現場敷地内に倉庫を設置する。

- a. コンテナ倉庫(10Feet) 1 基

（3）交通安全施設

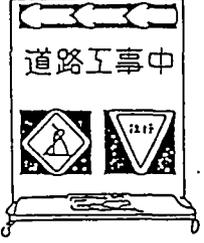
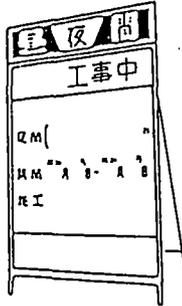
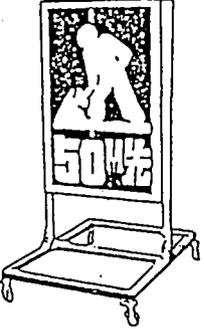
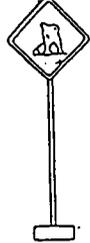
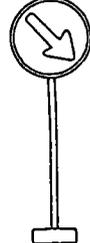
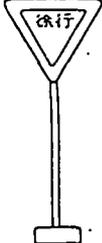
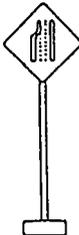
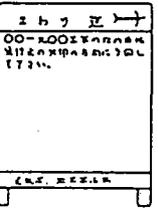
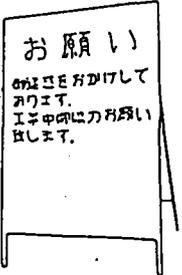
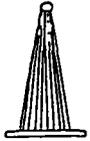
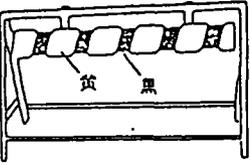
交通安全施設としての仮設備は、一部保安設備としての用途も兼ねて（図 4.3 2）に示すとおり配置する。これらの機材の仕様，数量は（表 4.3.1）に示すとおりである。

(図 4.3.2) 交通規制標準図



(表 4.3.1) 交通安全施設用仮設備

記号	名称	数量	記号	名称	数量	摘要
①	工事票示板	1	⑨	黄色回転灯	2	①は内照式
②	工事票示板	1	○	カラーコーン	20	
③	道路工事中予告	2	◎	保安灯	5	
④	道路工事中	1	—	バリケード	20	
⑧	車線数減少	2	×	電源設備	1	

記号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
名称	工事標示板(内照式)	工事標示板	道路工事中予告	道路工事中(内照式)	指定方向外通行禁止 (内照式)	徐行(内照式)	中央線(内照式)	
標 示								
記号	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	○	◎	
名称	車線数減少	黄色回転灯	歩行者案内	う回指尋板	——	カラーコーン	保安灯	
標 示								
						注) 夜間は内照式とする。		

(表 4.3.1-2) 交通安全施設

4. 3. 2 使用機器, 工具

本工事に使用する機器, 工具は(表 4.3.2)に示すとおりとする。

(表 4.3.2)使用機器, 工具

(数字は数量)

番号	名称	規格 寸法 仕様	単位	対象とする損傷の名称							塗 装	足 場 工	
				①	②	③	④	⑤	⑥	⑦			
1	発電機	150KVA	台	1	1	1	1	1	1	1	1		
2	コンプレッサ	35PS	台	1	1	1	1	1	1	1			
3	溶接器	500A	台	1	1	1	1	1	1	1			
4	ガス道具		式	1	1	1	1	1	1	1			
5	グラインダー		台	1	1	1	1	1	1	1			
6	ディスクサンダー		台	1	1	1	1	1	1		1		
7	電気ドリル	直径32mmまで	台				1	1	1				
8	TIG溶接器		台	1	1	1				1			
9	溶接工具		式	1	1	1	1	1	1	1			
10	仮設工具		式	1	1		1	1	1	1		1	
11	ケガキ 工具		式	1	1	1	1	1	1	1			
12	ケレン 工具		式	1	1	1	1	1	1	1	1		
13	トルクレンチ		台		1	1	1	1	1				
14	インパクトレンチ		台		1	1	1	1	1				
15	塗装工具		式								1		
16	照明装置		式	1	1	1	1	1	1	1	1		
17	油圧ジャッキ	100t	台				2						
18	チェーンブロック	3t	台										
19	レバーブロック	1.5t	台										
20	台付ワイヤ		式										
21	足場材		式									1	
22	トラック クレーン付き	4t	台	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
23	高所作業車		台										1
24	仮締めボルト		式		1	1	1	1	1				
25	ドリフトピン		式		1	1	1	1	1				

< 損傷の名称一覧 >

- ① 主桁と分配横桁の交差部に生じた亀裂
- ② 主桁の腹板ガセット端部に生じた亀裂
- ③ 水平補剛端部に生じた亀裂
- ④ ソールプレート端部に生じた亀裂
- ⑤ 端対傾構のガセット部に生じた亀裂
- ⑥ 分配横桁切欠き部に生じた亀裂
- ⑦ 横桁を連結した垂直補剛材接合部に生じた亀裂

4. 3. 3 使用資材, 副資材

本工事に使用する資材, 副資材, 消耗品等は (表 4.3.3) に示すとおりとする。

(表 4.3.3) 使用資材, 副資材

番号	名称	規格 寸法 仕様	単 位	対象とする損傷の名称							塗 装	足 場 工	合 計
				①	②	③	④	⑤	⑥	⑦			
1	鋼材		kg		17	6	167	120	4				314
2	高力ボルト	F10T	本		7	8	35	35	6				91
3	早強無収縮 モルタル	ブルミックスタイプ	m ³				0.03	0.03					0.06
4	塗料		式								1		1
5	溶接棒	低水素系	式	1	1	1	1	1	1	1			1
6	酸素	ボンベ	本	3	3	3	3	3	3	3			21
7	アセチレン	ボンベ	本	1	1	1	1	1	1	1			7
8	軽油		式	1	1	1	1	1	1	1	1		1
9	油脂類		式	1	1	1	1	1	1	1	1		1
10	雑消耗品等		式	1	1	1	1	1	1	1	1		1
11													
12													

< 損傷の名称一覧 >

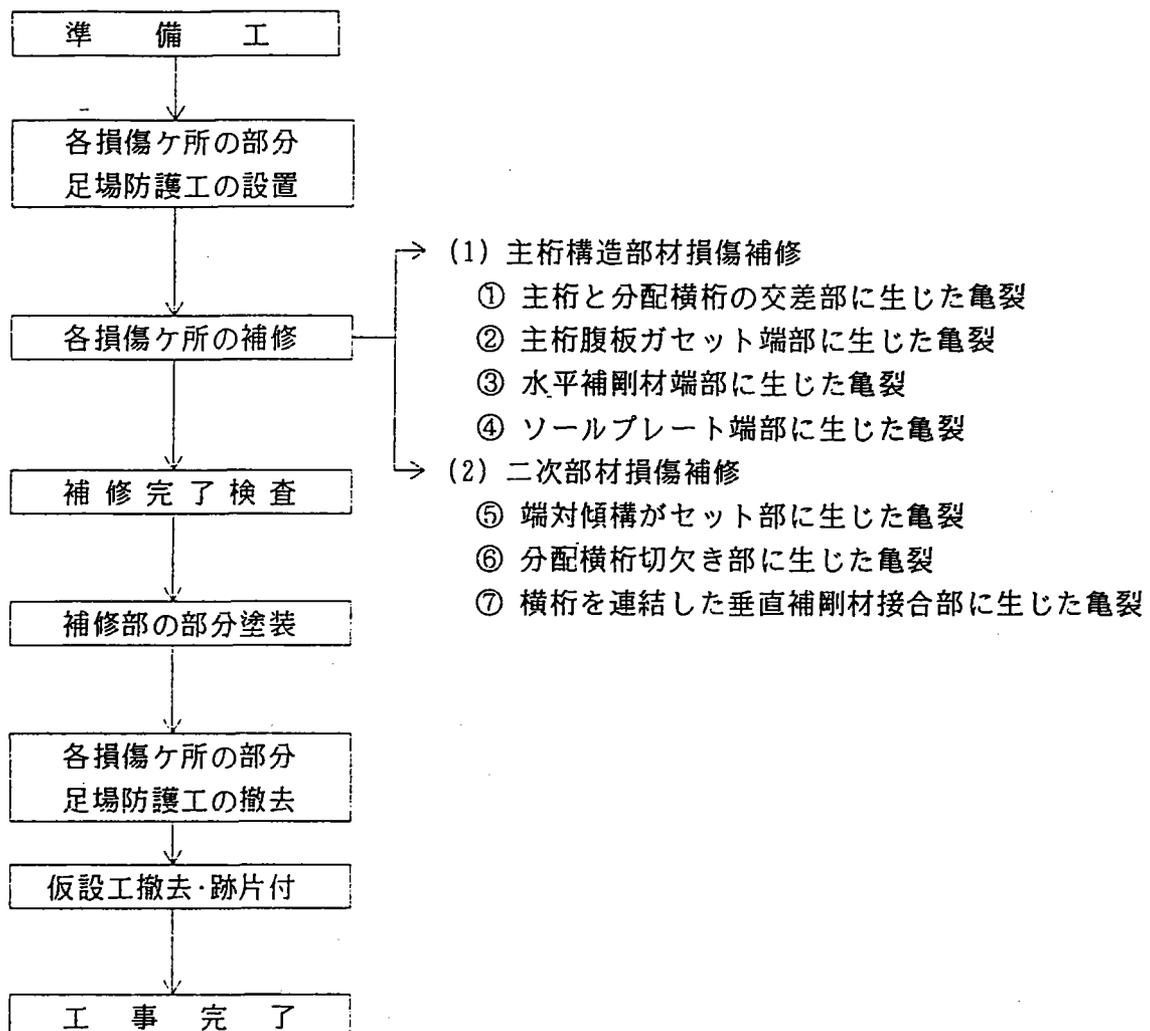
- ① 主桁と分配横桁の交差部に生じた亀裂
- ② 主桁の腹板ガセット端部に生じた亀裂
- ③ 水平補剛端部に生じた亀裂
- ④ ソールプレート端部に生じた亀裂
- ⑤ 端対傾構のガセット部に生じた亀裂
- ⑥ 分配横桁切欠き部に生じた亀裂
- ⑦ 横桁を連結した垂直補剛材接合部に生じた亀裂

4.4 施工要領

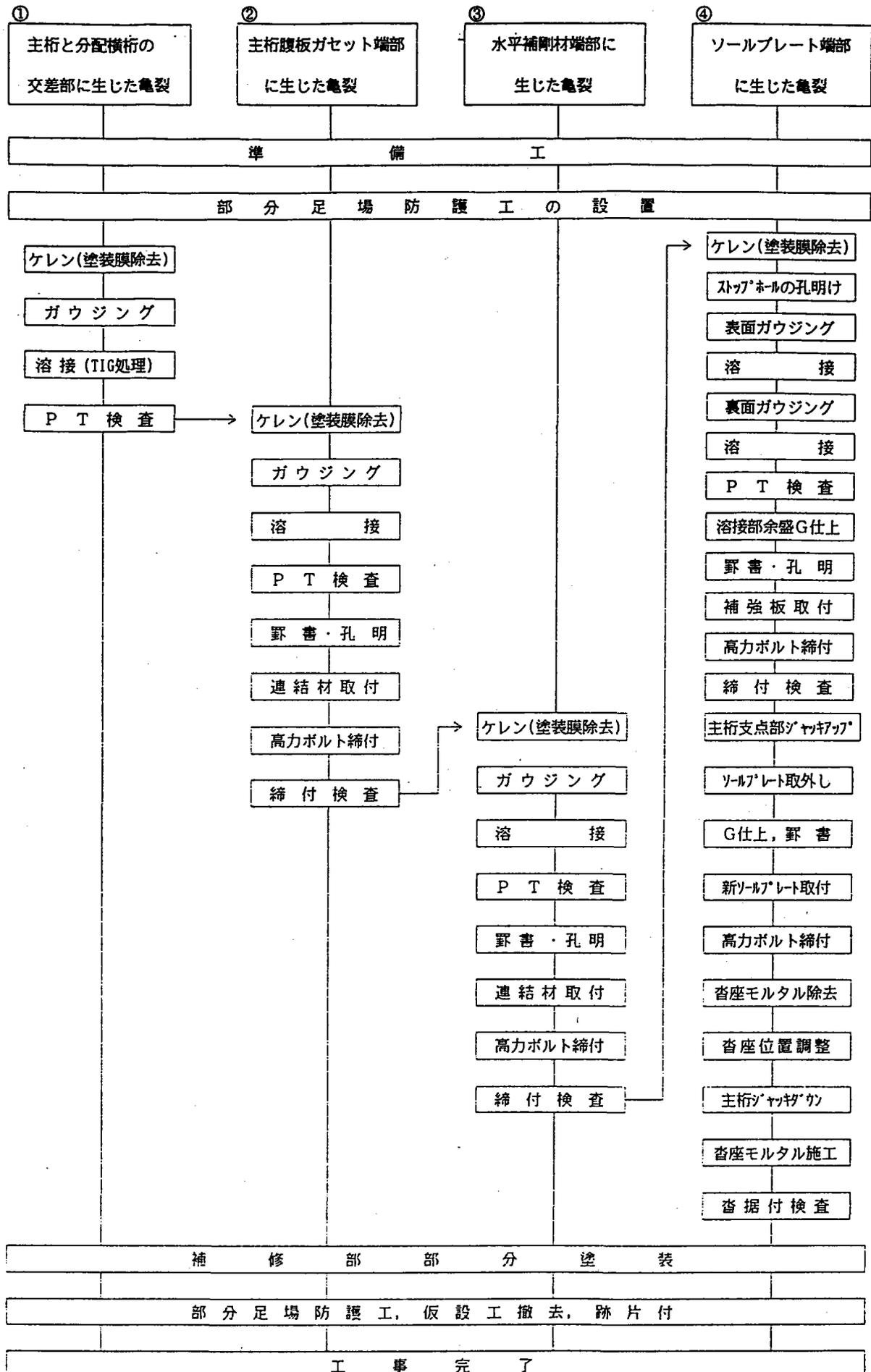
4.4.1 全体の施工手順

疲労損傷における各部位の変状発見において、詳しく点検・調査され、補修設計により補修手順を検討するが、過去の損傷事例などから判断しても、疲労損傷はどの部位をとっても補修に緊急を要するが、特に主桁に発生する損傷補修を優先に考え、次に分配横桁・対傾構等二次部材損傷部位補修とし、施工手順を以下のフローとする。

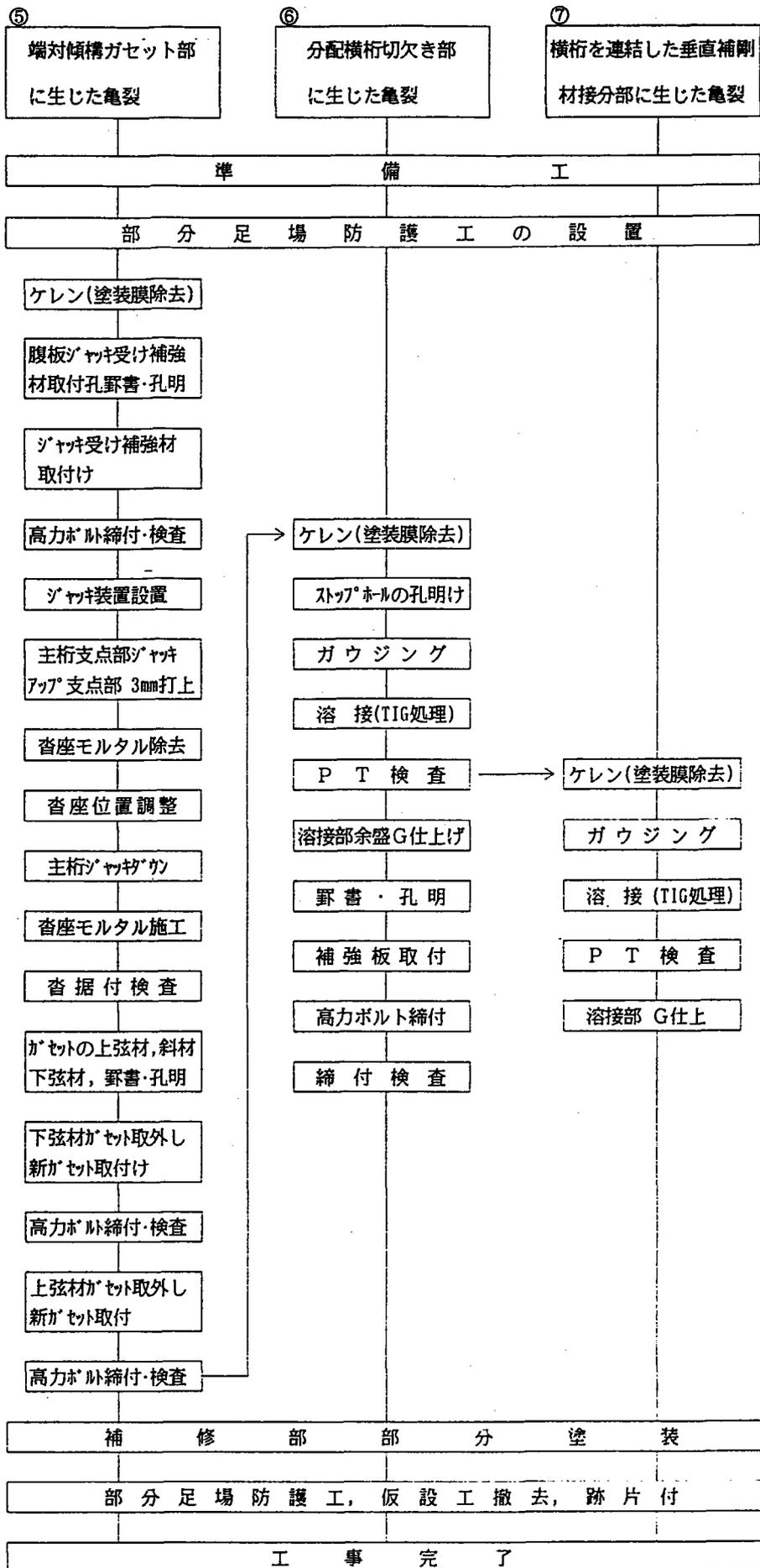
(1) 全体の作業フロー



(2) 主桁構造部材損傷補修



(3) 二次部材損傷補修



4. 4. 2 施工対策の整理表

各補修項目毎の補修要領を、施工対策の整理表として纏め、表-4.4.2(1)~(7)に示す。

表-4.4.2(1)

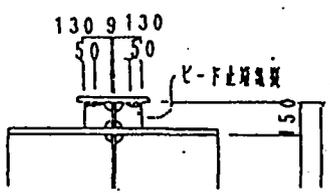
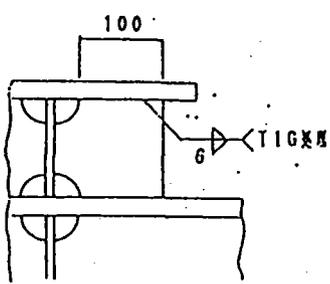
施工対策の整理表		事例-1、①
損傷の名称		主桁と分配横桁の交差部に生じた亀裂
施工要領	<p>1. 補修方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ①. 亀裂の発生部分をはつきり取って再溶接する。 ・ 亀裂先端より20mmの範囲をエアーガウジングで除去する。 ・ 低水素系溶接棒で連続(途中で止めない)して溶接する。 ・ ビード止端部のTIG処理を行う。 <p>2. 補修順序</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ケレン(塗装塗膜除去)→ガウジング→溶接→PT検査 <p>3. 施工管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ①. 亀裂部補修前、中、後の記録写真。 ②. 工程写真撮影。 ③. PT検査。 ④. TIG処理の際、防風対策実施。 	 
作業員の構成	<ul style="list-style-type: none"> ①. 橋梁世話役 1名 ②. 橋梁特殊工 1名 ③. 橋梁溶接工 1名 ④. 普通作業員 1名 ⑤. 検査員 1名 	
資機材	<ul style="list-style-type: none"> ①. 発電機 1台 ②. コンプレッサ 1台 ③. 溶接機 1台 ④. グラインダー 1台 ⑤. TIG溶接機 1台 ⑥. 副資材・消耗品 1式 	
作業工程	1日目: 準備 → ケレン → ガウジング → 溶接 → PT検査 → 跡片付	
補修後の検査結果		
その他		

表-4.4.2(2)

施工対策の整理表

事例-I、②

損傷の名称		主桁腹板ガセット端部に生じた亀裂	
施工要領	<p>1. 補修方法</p> <p>①. 亀裂の発生部分をはかり取って再溶接する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・亀裂先端より20mmの範囲をエアーガウジングで除去する。 ・低水素系溶接棒で連続(途中で止めない)して溶接する。 ・ビード止端部のTIG処理を行う。 <p>②. ガセットプレートと腹板とを連結材(高力ボルト使用)で補強する。</p> <p>2. 施工順序</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ケレン(塗装塗膜除去)→ガウジング→溶接→PT検査→罫書→孔明→連結材取付→高力ボルト締付 <p>3. 施工管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ①. 亀裂部補修前、中、後の記録写真。 ②. 工程写真撮影。 ③. PT検査。 ④. 高力ボルト締付軸力管理状況写真撮影。 ⑤. TIG処理の際、防風対策実施。 		
作業員の構成	<p>①. 橋梁世話役 1名</p> <p>②. 橋梁特殊工 2名</p> <p>③. 橋梁溶接工 1名</p>	<p>④. 普通作業員 1名</p> <p>⑤. 検査員 1名</p>	
資機材	<p>①. 発電機 1台 ④. グラインダー 1台 ⑦. トルクレンチ 1台 ⑩. 鋼材 17kg</p> <p>②. コンプレッサ 1台 ⑤. TIG溶接機 1台 ⑧. インパクトレンチ 1台 ⑪. 副資材・消耗品 1式</p> <p>③. 溶接機 1台 ⑥. ディスクサンダー 1台 ⑨. 高力ボルト(F10T) 7本</p>		
作業工程	<p>1日目：準備 →ケレン→ガウジング→溶接、PT検査 →罫書・孔明 →連結材取付 孔明 高力ボルト締付 →跡片付</p>		
補修後の検査結果			
その他			

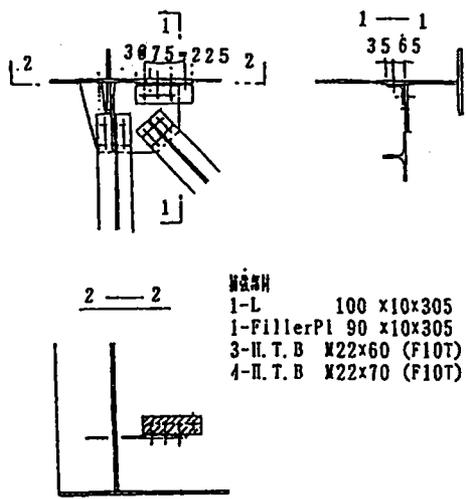


表-4.4.2(3)

事例-I、(3)

施工対策の整理表

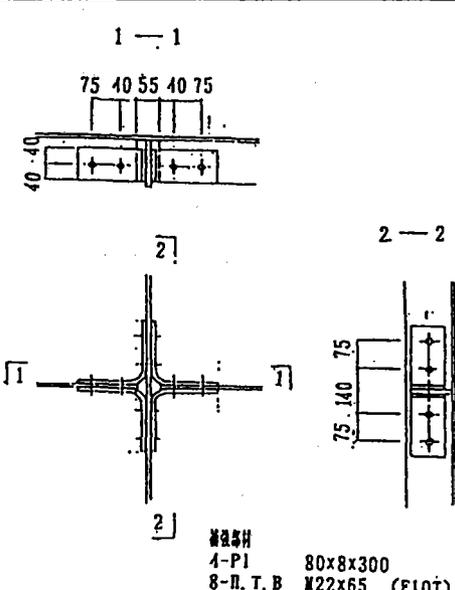
損傷の名称		水平補剛材端部に生じた亀裂	
施工	要領		
作業員の構成	①. 橋梁世話役 1名 ②. 橋梁特殊工 2名 ③. 橋梁溶接工 1名	④. 普通作業員 1名 ⑤. 検査工具 1名	
資機材	①. 発電機 1台 ④. グラインダー 1台 ⑦. トルクレンチ 1台 ⑩. 鋼材 6kg ②. コンプレッサ 1台 ⑤. TIG溶接機 1台 ⑧. インパクトレンチ 1台 ⑪. 副資材・消耗品 1式 ③. 溶接機 1台 ⑥. ディスクサンダー 1台 ⑨. 高力ボルト(F10T)8本		
作業工程	1日目：準備 → ケレン → ガウジング → 溶接、PT検査 → 罫書・孔明 → 連結板取付 → 高力ボルト締付 → 跡片付		
補修後の検査結果			
その他			

表-4.4.2(4)

施工対策の整理表

事例-I、④

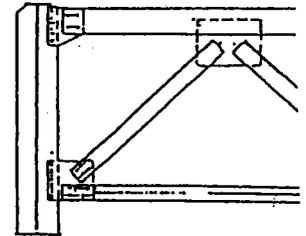
損傷の名称		ソールプレート端部に生じた亀裂	
施工	1. 補修方法 ①. 母材に達した亀裂の先端にストップホールを設ける。②. ソールプレートは、高力ボルトで大きめのものに交換。 ③. 亀裂はガウジングして除去し、両溶接して余盛をグラインダーで仕上げる。④. 沓座打替え。 ⑤. 腹板亀裂部は、高力ボルトで当板補強。		
要領	2. 補修順序 ・ケレン(塗装・膜の除去)→ストップホールの孔明→表面ガウジングで亀裂の除去→溶接→PT検査→余盛の除去 ・腹板、下フランジ割替・孔明→補強板取付・ジャッキ受け補強板取付→高力ボルト締付 ・ジャッキ装置設置→主桁支点部3mm程度上→ソールプレート取外→グラインダー仕上げ →新しいソールプレート取付け→高力ボルト締付 ・沓座モルタル除去→沓座位置調整→主桁江下→沓座モルタル施工		
	3. 施工管理 ①. 亀裂部補修前、中、後の記録写真。②. 工程写真撮影。③. PT検査。④. 高力ボルト締付軸力管理状況写真撮影。⑤. 据付高さの検査。	⑥. 早強無収縮モルタルの試験練り。	
作業員の構成	①. 橋梁世話役 1名 ②. 橋梁特殊工 4名 ③. 橋梁溶接工 1名	普通作業員 1名 検査員 1名	
資機材	①. 発電機 1台 ④. 電動ドリル 1台 ⑦. 副資材・消耗品 1式 ⑩. 高力ボルト 35本 ⑬. 油圧ジャッキ 2台 ②. コンプレッサ 1台 ⑤. ディスクサンダー 1台 ⑧. インパクトレンチ 1台 ⑪. 鋼材167 kg ⑭. セットボルト 4本 ③. 溶接機 1台 ⑥. 電動グラインダ 1台 ⑨. トルクレンチ 1台 ⑫. 早強無収縮モルタル 0.0291m ³		
作業工程	1日目：準備 →ケレン →ストップホール →表面ガウジング →溶接 →表面ガウジング →溶接 →PT検査 →グラインダー仕上 2日目：グラインダー仕上 →割替・孔明 18本 3日目：割替・孔明17本 →補強板取付・高力ボルト締付 8本 4日目：高力ボルト締付 27 → ジャッキ装置設置・支点部3mm程度上 →ソールプレート取外 →グラインダー 仕上 →新しいソールプレート取付 5日目：ボルト締付 4本 →セットボルト取付 →沓座モルタル除去 6日目：沓座位置調整 →主桁江下 →沓座モルタル施工・貼片付		
補修後の検査結果			
その他			

表-4.4.2(5)

施工対策の整理表

事例-I、⑤

損傷の名称 端対傾構ガセット部に生じた亀裂	
施工 要領	1. 補修方法 ①. 沓座打替え。 ②. ガセットの上弦材、斜材、下弦材に補修設計通り孔をあける。 ③. ガウジングで亀裂のある下弦材ガセットを取り外し、新しいガセットに取替える。 ④. ガウジングで亀裂のある上弦材ガセットを取り外し、新しいガセットに取替える。 2. 補修順序 ・ケレン(塗装剥離除去)→腹板ジャッキ受け補強材取付孔罫書・孔明→ジャッキ受け補強材取付→高力ボルト締付 →ジャッキ装置設置→主桁支点部3mm程度上→沓座モルタル除去→沓座位置調整→主桁下→沓座モルタル施工 ・塗装剥離除去→罫書→ガセットの上弦材、斜材、下弦材孔明→下弦材ガセット取外し→新ガセット取付→ 高力ボルト締付→上弦材ガセット取外し→新ガセット取付→高力ボルト締付 3. 施工管理 ①. 高力ボルト締付軸力管理状況写真撮影。 ③. 据付高さの検査。 ②. 工程写真撮影。 ④. 早強無収縮モルタルの試験練り。
作業員の 構成	①. 橋梁世話役 1名 ④. 検査員 1名 ②. 橋梁特殊工 2名 ③. 普通作業員 1名
資機材	①. 発電機 1台 ④. 電動ドリル 1台 ⑦. 電動グラインダー 1台 ⑩. 高力ボルト 35本 ②. コンプレッサ 1台 ⑤. インパクトレンチ 1台 ⑧. トルクレンチ 1台 ⑪. 副資材・消耗品 1式 ③. ディスクサンダー 1台 ⑥. 溶接機 1台 ⑨. 鋼材 120kg ⑫. 早強無収縮モルタル 0.0291m ³
作業工程	1日目：準備→塗装剥離除去→腹板ジャッキ受け補強材取付孔罫書・孔明 15本→ジャッキ受け補強材取付 2日目：高力ボルト締付15本→ジャッキ装置設置・主桁支点部3mm程度上→沓座モルタル除去 3日目：沓座位置調整→主桁下→沓座モルタル施工・罫片付 4日目：塗装剥離除去→罫書・ガセットの上弦材、斜材、下弦材、孔明 20本 5日目：下弦材ガセット取外し→新ガセット取付→高力ボルト締付12本→上弦材ガセット取外し→新ガセット取付→高力ボルト締付8本→罫片付
補修後の 検査結果	
その他	



補強部材

1-P1	305x 8x350
4-II. T. B	M22x65(F10T)
4-II. T. B	M22x60(F10T)
1-P1	305x 8x420
4-II. T. B	M22x65(F10T)
8-II. T. B	M22x60(F10T)

表-4.4.2(6)

事例-I、⑥

施工対策の整理表

損傷の名称		分配横桁切欠き部に生じた亀裂		
施工	<p>1. 補修方法</p> <p>①. 母材に達した亀裂の先端にストップホールを設ける。</p> <p>②. 亀裂はガウジングして除去し再溶接、余盛をグラインダーで仕上げる。</p> <p>③. 腹板亀裂部は高力ボルトで当板補強。</p>			
要領	<p>2. 補修順序</p> <p>・ケレン(塗装塗膜除去)→ストップホールの孔明け→ガウジング</p> <p>で亀裂除去→溶接→PT検査→余盛の除去</p> <p>・腹板野書・孔明→補強板取付→高力ボルト締付</p>	<p>3. 施工管理</p> <p>①. 亀裂部補修前、中、後の記録写真。 ④. 高力ボルト締付軸力管理状況写真撮影。</p> <p>②. 工程写真撮影。</p> <p>③. PT検査。</p>	<p>補強材料</p> <p>1-P1 180x12x240</p> <p>2-H. T. B M22x75(F10T)</p> <p>4-H. T. B M22x75(F10T)</p>	
作業員の構成	<p>①. 橋梁世話役 1名</p> <p>②. 橋梁特殊工 2名</p> <p>③. 橋梁溶接工 1名</p>	<p>④. 普通作業員 1名</p> <p>⑤. 検査員 1名</p>		
資機材	<p>①. 発電機 1台 ④. 電動ドリル 1台 ⑦. インパクトレンチ 1台 ⑩. 鋼材 4kg</p> <p>②. コンプレッサ 1台 ⑤. ディスクサンダー 1台 ⑧. トルクレンチ 1台 ⑪. 副資材・消耗品 1式</p> <p>③. 溶接機 1台 ⑥. 電動グラインダー 1台 ⑨. 高力ボルト 6本</p>			
作業工程	<p>1日目：準備→ケレン→ストップホール→ガウジング・溶接→PT検査</p> <p>→グラインダー仕上げ→腹板野書・孔明→補強板取付・高力ボルト締付補強板</p> <p>→跡片付</p>			
補修後の検査結果				
その他				

表-4.4.2(7)

施工対策の整理表

事例-I、(7)

損傷の名称		横桁を連結した垂直補剛材接合部に生じた亀裂	
施工	<p>1. 補修方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ①. 亀裂の発生部分をはつきり取って再溶接する。 <ul style="list-style-type: none"> ・亀裂先端より20mmの範囲をエアーガウジングで欠陥を除去する。 ・低水素系溶接棒で連続(途中で止めない)して溶接する。 ・ビード先端部のTIG処理を行う。 		
要領	<p>2. 補修順序</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ケレン(塗装塗膜除去)→ガウジング→溶接→PT検査→グラインダー仕上げ <p>3. 施工管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ①. 亀裂部補修前、中、後の記録写真。 ②. 工程写真撮影。 ③. PT検査。 ④. TIG処理の際、防風対策実施。 		
作業員の構成	<ul style="list-style-type: none"> ①. 橋梁世話役 1名 ②. 橋梁特殊工 1名 ③. 橋梁溶接工 1名 	<ul style="list-style-type: none"> ④. 普通作業員 1名 ⑤. 検査員 1名 	
資機材	<ul style="list-style-type: none"> ①. 発電機 1台 ②. コンプレッサ 1台 ③. 溶接機 1台 ④. グラインダー 1台 ⑤. TIG溶接機 1台 ⑥. 副資材・消耗品 1式 		
作業工程	<p>1日目：準備→ケレン→ガウジング→溶接→PT検査→グラインダー仕上げ→跡片付</p>		
補修後の検査結果			
その他			

4. 4. 3 工種別施工要領

(1) 孔明け

イ. 塗膜等の除去

- ・高力ボルト摩擦接合で補強する部材の接合面は、塗膜をディスクサンダーで完全に除去する。

ロ. 罫書・孔明

- ・巻尺、定規等で補強位置を出し、型板を当て、慎重に部材の位置や孔の位置の罫書を行う。
- ・電動ドリルで、ボルト呼び径に応じた孔径を、部材面に鉛直になるように注意して施工する。

表-4.4.3(1) ボルト孔の径

(mm)

ボルト呼び径	F10T、S10T
M20	22.5
M22	24.5
M24	26.5

- ハ. 孔の周辺に生じた捲れは、部材の密着を阻害するため、グラインダーで削り取り接合面の清掃を行う。

(2) 溶接

イ. 規準となる指針等

本工事においては、道路橋示方書・同解説（日本道路協会）の基準並びに、供用下にある鋼構造物の溶接による補強・補修指針（案）（平成4年6月 日本鋼構造協会）を遵守して施工する。

ロ. 溶接工および溶接技術者

溶接工は、手溶接で溶接姿勢及び板厚に対応したJ I Sの技量検定に合格したもの（J I Sに代る資格を有するもの、またはこれらと同等以上のもの）を、あてるものとする。

溶接の管理は、現場溶接全般に関して専門知識を有し、W E S 8103の2 級（これと同等以上）と認められた溶接技術者で行う。

ハ. 溶接用機器の種類

電撃防止装置付きの交流溶接器（300 ～500A）

直流溶接器（500A以上）

TIG 処理設備

溶接棒乾燥器（27KW-50Kgf容量以上）

コンプレッサー（空気圧5Kgf/cm²以上）

発電機（150KVA）

ニ. 溶接材料と管理

低水素系溶接棒（軟鋼用 JISD4316, 高張力鋼用 JISD5016, 5316）棒径 3.2～4.0 mmを使用する。

溶接棒は湿気を避けて保管し、使用の際には、溶接棒乾燥器で300～400℃約60分乾燥させて使用する。乾燥後の貯蔵温度100～150℃とし、貯蔵炉から取出した後、使用終了までの時間は4時間以内を厳守する。

ホ. 溶接条件

溶接電流の範囲は、使用溶接棒の棒径、溶接姿勢に応じた電流範囲とし、溶接施工中溶接条件を管理する。ただし、溶接入熱が過大とならないよう配慮する。

$$\text{溶接入熱 (joule/cm)} = \frac{\text{溶接電流 (A)} \times \text{溶接電圧 (V)} \times 60}{\text{溶接速度 (cm/min)}}$$

表-4.4.3(2) 溶接条件

銘柄	棒径(mm)		3.2	4.0
D4316	電流範囲 (A)	下向	100～140	140～190
		立向	80～120	120～160
		上向	80～120	120～160
D5016	電流範囲 (A)	下向	100～140	140～190
		立向	80～120	120～160
		上向	80～120	120～160
D5316	電流範囲 (A)	下向	100～140	140～190
		立向	80～120	110～150
		上向	80～120	110～150

ハ. 溶接環境

- ・雨天又は作業中に雨天となる恐れのある場合、防雨対策を講じて、施工上問題がないと判断した場合のみ、作業を行う。
- ・気温 10℃以下の場合は、溶接われを防止するために、材質、板厚によっては、予熱を行うが、パス間温度は150℃を越えないようにする。
- ・風速 5m/sec 以上の風があたる場合には、オーニングで防風措置を講じる。

ト. 溶接作業

- ・溶接を行う箇所については、塗料、錆、油、水分などがないように、これらをディスクサンダー等で完全に除去し、その面を養生する。その範囲は、溶接線から100mm程度とする。
- ・隅肉溶接で組合された材片の隙間は、最大 2mmを原則とする。
- ・仮付溶接は、本溶接と同じ規準で施工を行う。仮付溶接長は80mm以上、隅肉脚長 4mm以上を原則とする。

- ・疲労亀裂の発生する恐れのある溶接止端部は、TIG 処理（次頁参照）を施す。
- チ. 溶接部の検査
- ・外観検査……溶接部は目視による全数検査とし、ビード表面の凹凸は、任意の位置におけるビード長さ25mm範囲における高低差で 3mm以下とした。また、アークストライク、ピット、アンダーカット、オーバーラップ、表面われ等の溶接欠陥の有無を検査する。
 - ・PT検査を溶接全線に実施し溶接われの有無を検査する。
- 参考までに、溶接欠陥とその補修方法を表-4.4.3(3)に示す。

表-4.4.3(3) 溶接欠陥とその補修方法

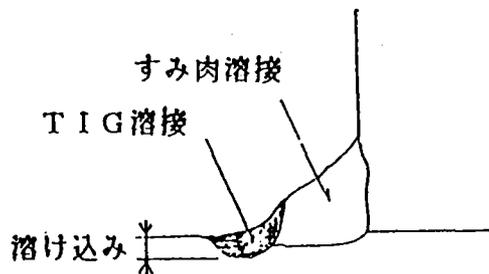
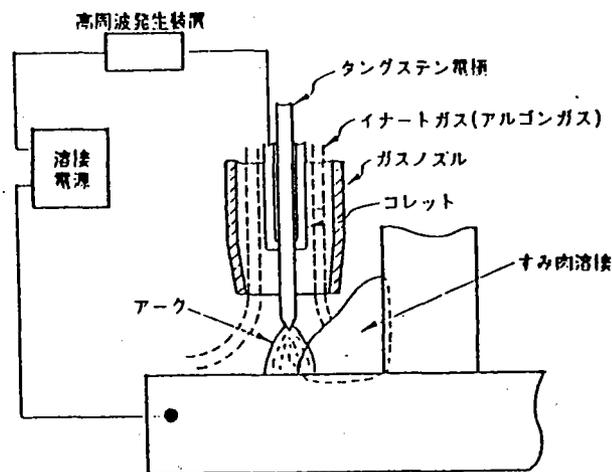
欠陥の種類	補修方法
アンダーカット	アンダーカットが浅い場合は、グラインダーで仕上げ、深い場合は、細径の棒でビード溶接した後、グラインダーで仕上げる。 溶接ビートの長さは 40mm以上とする。
溶接剤れ 融合不良 溶込み不足 スラグ巻き込み ブローホール	欠陥部分をアークエアーガウジングで完全に除去し再溶接を行う。 溶接ビートの長さは 40mm以上とする。
ピット オーバーラップ	同 上
溶接ビードの不整	裏面の凹凸をグラインダーで平滑に仕上げる。
アークストライク	アークストライクが浅い場合は、グラインダーで仕上げ、傷が深い場合は溶接で肉盛後、グラインダーで仕上げる。

リ. TIG処理

TIG処理とは、下図に示すように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、疲労き裂の発生を防止する方法である。

この方法は、従来、主として海洋構造物を対象に用いられてきたが、最近鉄道橋、道路橋を含めて疲労損傷に対して適用されている。

なお、TIG処理については、き裂部を再溶融するため、き裂深さが浅い場合には溶接補修に代わり、き裂を溶かし込む効果も期待できる。

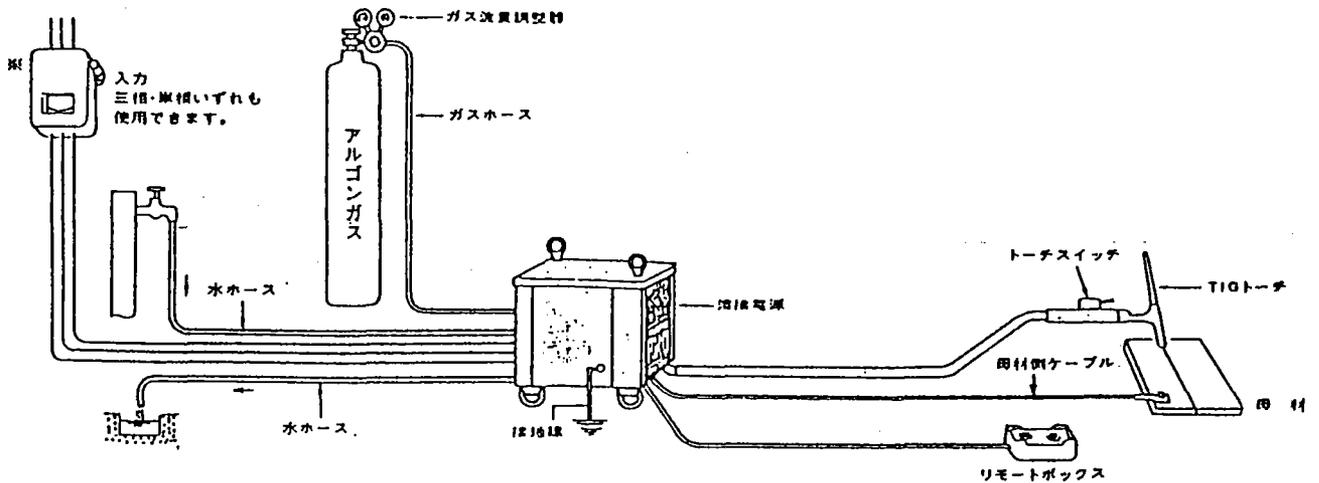


- ・止端部から発生している疲労き裂を埋め込むように、できるだけ深い溶け込みが必要である。
- ・TIG処理部の止端形状は、良好である必要がある。

① 必要な設備機器と技量

TIG処理として必要な設備の一例は、下図に示すとおりであり、一般の溶接よりやや小規模と考えてよい。ただ、水冷装置が必要となり、現在現場では専用の現場川水タンクを用いている。

TIG処理に必要な技量の程度は、鉄道橋を製作している旧JRSの溶接工であれば十分であるが、1～2日間程度の練習は必要である。



総合名称		インバータアルゴマークⅡ300P		
● 溶接電源		形式 VRTP-300		
		三 相		単 相
		TIG溶接	手溶接	
定 格 入 力	kVA	10.3	11.4	8.6
	kW	8.4	9.5	6.4
定格入力電圧・相数	V	200±10% 三相/単相		
定格周波数	Hz	50/60Hz		
定格出力電流	A	300	250	180
溶接・クレータフィラ	A	4~300A	4~250	4~180
初期電流範囲	A	4~300	—	4~180
パルス/ベース電流	A	4~300	—	4~180
定格負荷電圧	V	20	30	27.2
最高無負荷電圧	V	75		
定格使用率	%	40		
温 度 上 昇	℃	160(-B590)		
ガスプリフロー時間	秒	0.3(プリント板上の切替により0.6秒も可能)		
ガスアフタフロー時間	秒	3~30		
アップスローブ時間	秒	0~5		
パルス周波数	Hz	0.5~15(低速パルス時) 10~500(高速パルス時)		
パルス幅	%	15~85		
ダウンスローブ時間	秒	0~5		
クレータフィラ操作方式		有/無/反復切替式		
高周波発生方式		火花発振式直列共振形		
外形寸法(幅×奥行×高さ)	mm	305×545×495(アイボルト高さ含まない)		
重 量	kg	39		

TIG処理設備機器

② TIG処理の作業

溶接条件は以下のものを基準とする。

ア. TIG処理の基本条件（下向きで処理する場合）

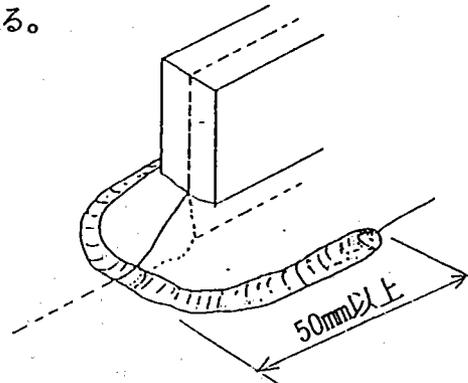
・使用電極	径 3.2mmのタングステン棒
・電流、電圧	240 A、13～14 V
・運棒速度	45～60 s/100mm
・狙い位置	ビード止端から約1mm母材寄り
・トーチ角度	直角を保持

イ. 立向き、上向きで処理する場合

アの項の基本条件と同様であるが、電流を220～240 Aで調節するとよい。

③ TIG処理の範囲

垂直補剛材下端の回し溶接始末端部はTIG処理を行う。TIG処理の範囲は下図のとおりとする。

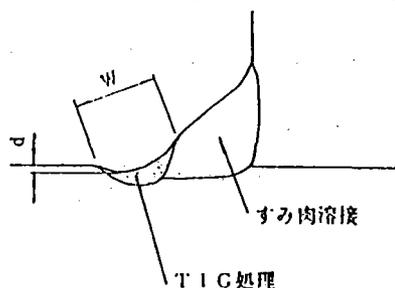


④ 仕上がり検査

TIG処理後、ビードの仕上がり検査を行うものとする。ビード形状は、幅=W、へこみ=dで管理し、

$$W = 10 \text{ mm} \quad - 3 \text{ mm}, + 5 \text{ mm} \quad d \leq 0.5 \text{ mm}$$

を目処とする。また、目視検査により極端なビード波目模様、ピット、アンダーカットのないことを確認する。以上の検査結果をTIG処理管理シートに記入し、確認を受けるものとする。なお、検査の結果、欠陥が生じている場合は監督者の指示により、その部分の補修を行うものとする。



(3) 高力ボルトの締付け

イ. 規準となる指針等

本工事の高力ボルトの締付けにおいては、道路橋示方書・同解説（日本道路協会）の基準並びに、日本工業規格JIS B 1186（摩擦接合用高力六角ボルト・六角ナット・平座金のセット）、高力ボルトに関する要領・規格集（※）（註）、高力ボルト施工マニュアル（※）（註）を遵守して施工する。

ロ. 材料

本工事では、日本工業規格JIS B 1186 摩擦接合用高力六角ボルトの規格F10Tを使用する。

使用数量が少量であるので、ボルトメーカーで確認できる製品検査証明書付（工場検査後 6ヶ月以内）の高力ボルトを購入し使用する。

ハ. 材料の保管

ボルトの包装は、施工直前に解くようにし、開包後の雨、夜露などによる濡れ、錆の発生、埃や砂などのねじ部への付着など、品質に変化が生じないように配慮する。

ニ. 締付け機器

- 仮締機器 インパクトレンチ（空気式、電動式）
- 本締機器 ナットランナー（トルク制御式）、トルクレンチ（手動式）
- 検査器具 ダイアル式トルクレンチ（手動式）

ホ. トルクレンチの検定

トルクレンチの検定は、トルクテスターの値を基準とし、測定するトルクの範囲において、各目盛の示す基準値の 3% 以内を合格としていて、現場使用時に 1 回、搬入後は 1 ヶ月に 1 回行うこととする。検定書の様式例を表-4.4.3(4)に示す。

表-4.4.3(4) 検定書の様式例

検査機械名	〇〇製作所 トルクメーター	検査日	年 月 日	
型式	アームラチェット式 8500 QF	検査場所		
番号	00364 K	検査印		
機械所有者				
被測定機読み (トルクメーター値) kgf・cm	測定機読取值(トルクセッター値) kgf・cm			誤差 %
	第1回読取值	第2回読取值	平均値	
4000	4040	4040	4040	1.0
5000	5060	5060	5060	1.2
6000	6080	6080	6080	1.3
7000	7080	7080	7080	1.1
8000	8100	8100	8100	1.2
8500	8600	8600	8600	1.2
合格判定基準	3%以下合格			

ハ. 目標トルク値の算出

$$\overline{T} = \overline{K} \times N \times D$$

\overline{T} : 目標トルク値 (kg m)

\overline{K} : 平均トルク係数 (キャリブレーションで得た各セット 5本のボルトのトルク係数の平均値) 本工事では、使用数量が少量のため、製品検査証明書のトルク係数値を使用する。

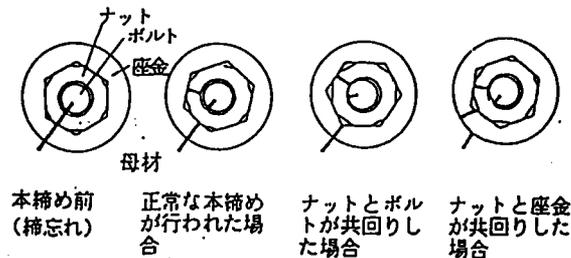
N : 標準ボルト軸力 (設計ボルト軸力×1.1) 22530kg

D : ボルト径 0.022m

ト. 締付け作業

- ・部材摩擦面は十分に清掃し、塗膜、塵埃、油等は、デスクサンダー、ワイヤブラシで完全に除去する。
- ・締付けは、目標トルク値の60%程度を、インパクトレンチで行った(1回目軸力導入)後、トルクレンチを用いた手締めにより、目標トルク値を導入する。(2回目軸力導入)
- ・ボルトの締付けは、連結板の中央から、順次端部に向かって進める。
- ・締め忘れ、共回り等を防止するために、トルクレンチによる手締め前に、白マジックで図-4.4.3示すマーキングを行い、締付け完了後とマーキングの相対的ズレで判定する。

図-4.4.3 締め忘れ、共回り等を防止マーキング



- ・締付けは、ナットの回転によって行うが、締付け機器が入らないボルトは、承認を得て、ボルト頭を回転させて締付ける。本工事では、全数をナットの回転によって行う。

チ. 検査

- ・締付けの完了したボルトは、当日中に検査を受ける。
- ・マーキングの相対的ズレの状況によって、締め忘れ、共回りのない事を確認する。
- ・ダイヤル式トルクレンチ(手動式)により継手ごとに1群のボルト数の10%以上について検査を行う。締付けトルク値の許容範囲は、目標トルク値の±10%以下である。

4. 4. 4 施工管理

施工管理は施工計画に従い、工事を実際に施工に移し管理することであり、その目的は絶えず変化する施工内容に合わせて、計画、実施、管理を繰返し、計画から外れたものを修正し、計画どおり施工を行って行くことにある。

(1) 工程管理

工程管理は所定の品質の構造物を所定の工期内に完成させるための管理であり、そのために各条件を満足させながら最も能率的かつ経済的に施工が出来るように施工方法を計画し、それに基づいて工事を管理していく必要がある。

実工事に際して

- 1) 大日程表 (全体工程)
- 2) 月間工程表
- 3) 週間工程表
- 4) 当日作業指示票

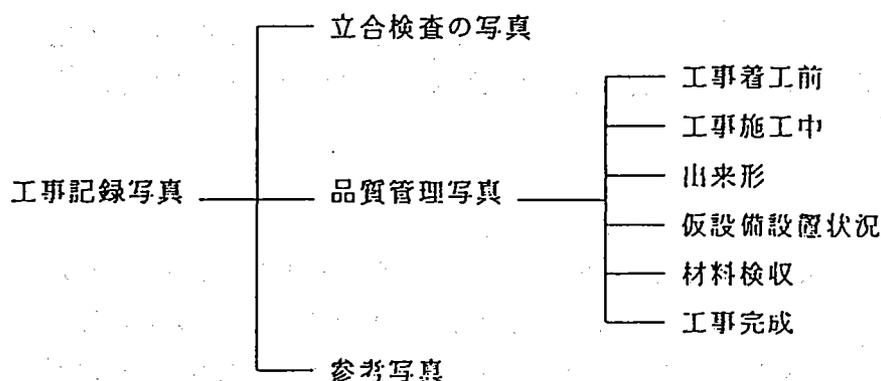
を作成し、①施工計画の忠実な実施、②施工計画の基本の評価、③施工計画の再調整の3つを繰返し行ない、工事を管理する。

(2) 写真管理

工事の施工状況の確認、品質管理のために工事記録写真を撮影する。

とくに工事完成後、検査が困難となるような箇所については写真によって記録しておく必要がある。写真の撮影は計画に従って行い、整理は工程、施工順序に従って行うのが良い。

工事写真の種類を下記に示す。この中から必要なものを選び、日付、場所、略図、施工者等を記入した黒板と共に撮影する。



(3) 出来形管理

出来形管理は実際に施工された構造物の位置、寸法、品質及びできばえが設計図書、仕様書に合致しているか確認のために行うものである。

出来形管理として、次の様なものがある。

- ① 工事出来形数量調査書および工事出来形図
- ② 出来形管理表および出来形管理図
- ③ 材料検査票
- ④ 完成写真

(4) 品質管理

品質管理は、設計書、仕様書に要求された品質規格に適合した構造物を最も経済的に施工する手段の体系であり、補修工事では計画書どおり施工し、それが確実に実行された事を証明する記録を作成しなければならない。

管理の方法として、前述の①写真によって行うもの、②その都度施工内容にあわせて作成したデータシート、③測定結果一覧表、④ヒストグラム等によるデータ整理、⑤品質検査証明書等がある。

データシート 例 1

No. _____
 年 月 日

ボルトの現場トルク係数

検査実施者	
天候・気温	
ボルトの種類	
工場トルク係数	
締付け予定箇所	

ボルトの No	ボルト寸法 ϕ	軸力 N (t)	トルク (kg·m)	トルク係数(K)
1				
2				
3				
4				
5				
合計				
平均 (\bar{k})				
バラツキ	$k_{max} - k_{min} = < 0.025$			
目標トルク値(N ₀)	No =			

備考	
----	--

4. 5 足場の検討

4. 5. 1 概要

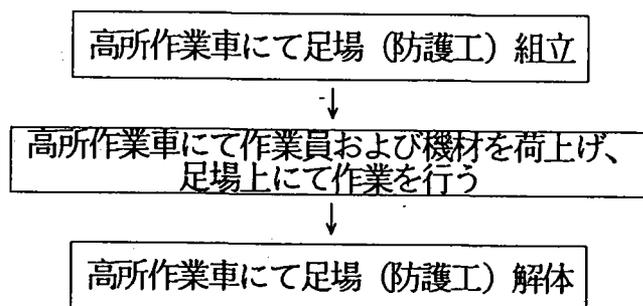
補修工事は、工事に従事する作業者の足場を確保することが必要となる。本橋の場合は都市高速道路の高架橋であり、橋面上はかなりの交通量がある。桁下は一般道路がこれに沿っていて、これもかなりの交通量がある。これらを条件に足場の検討を行う必要がある。

本工事は疲労損傷の補修工事であり、1支間内に7ヶ所の補修足場が必要となる。

4. 5. 2 補修作業足場

補修作業足場はできれば高速道路の交通を確保し、まず桁下の一般道よりこれにアプローチすることとした。補修作業はいずれも数日で完了するため、高所作業車で部分的な足場（防護工）を作り、桁下にはトラックに搭載したコンプレッサ、溶接機を配置し作業を行うこととし、これらの機械は足場上には置かないものとする。

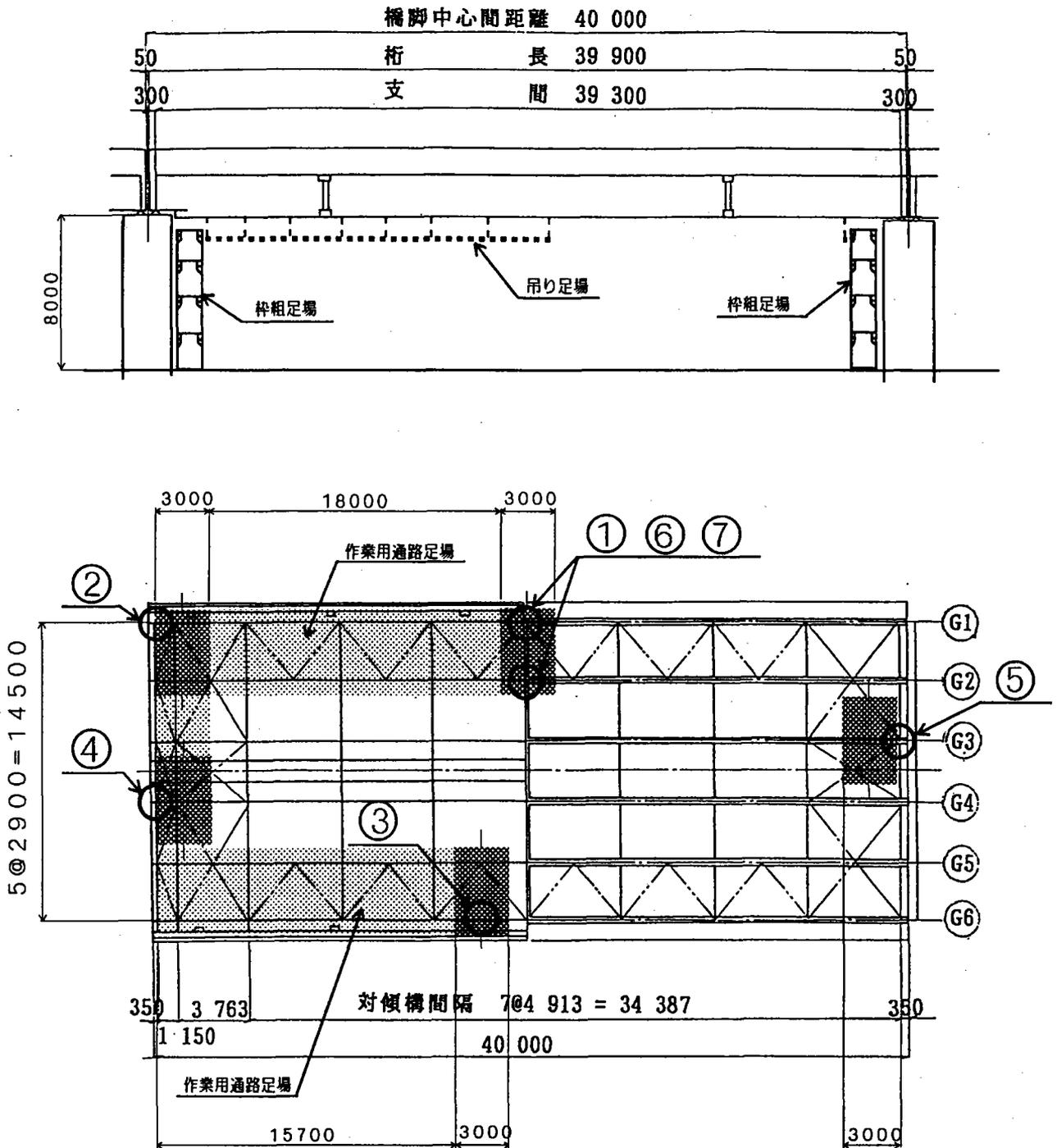
以下に足場組立のフローチャートを示す。



高所作業車は、機材等の荷上げを考慮して作業台リフトタイプを選定する。

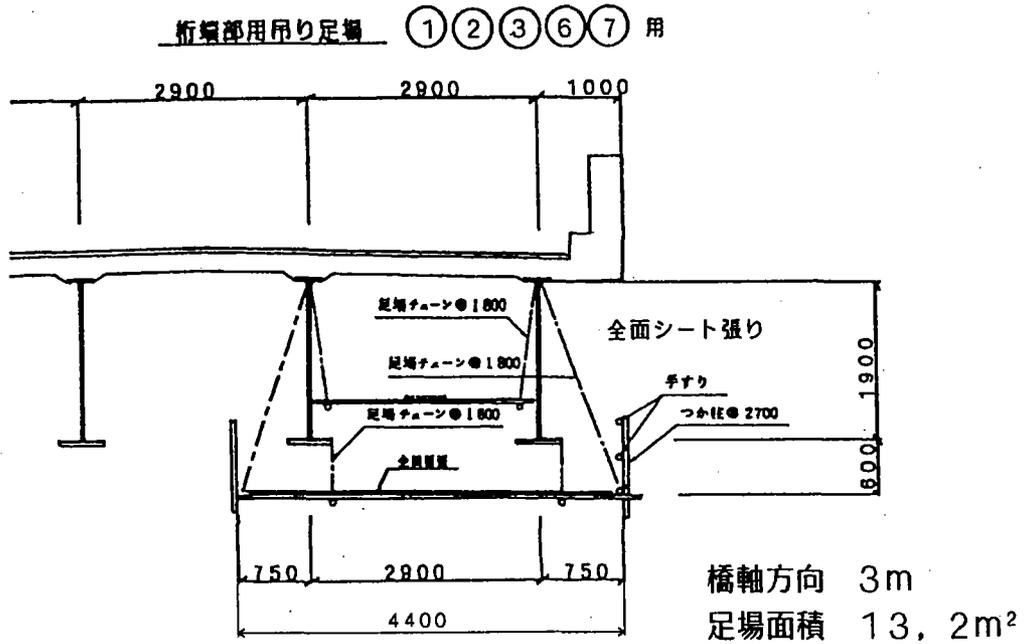
4. 5. 3 補修足場配置図

各補修項目①～⑦に対応し5ヶ所の足場を設置し、また、各補修箇所への作業用通路を確保する。

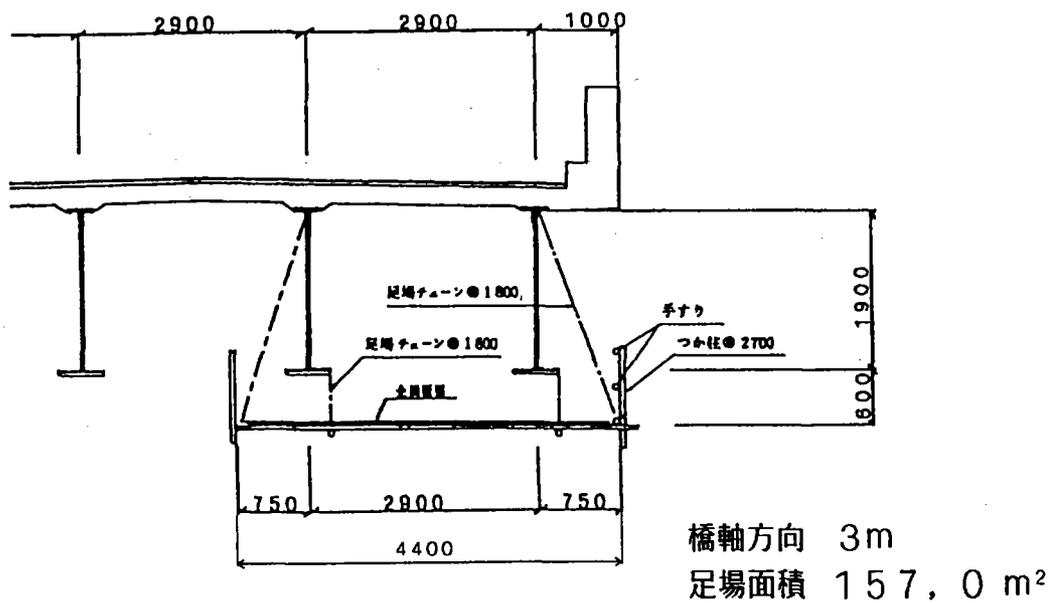


4. 5. 4 足場構造図

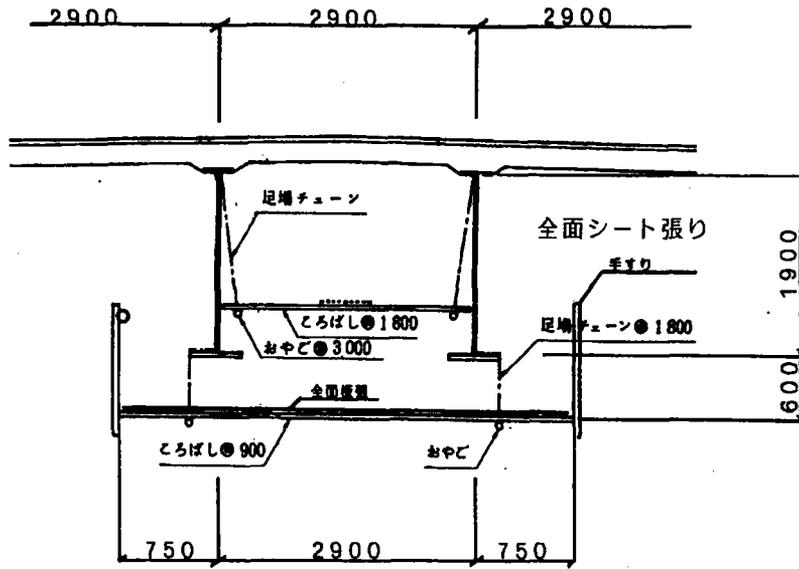
(1) 外桁部作業用吊り足場 ①②③⑥⑦用



(2) 作業用通路足場

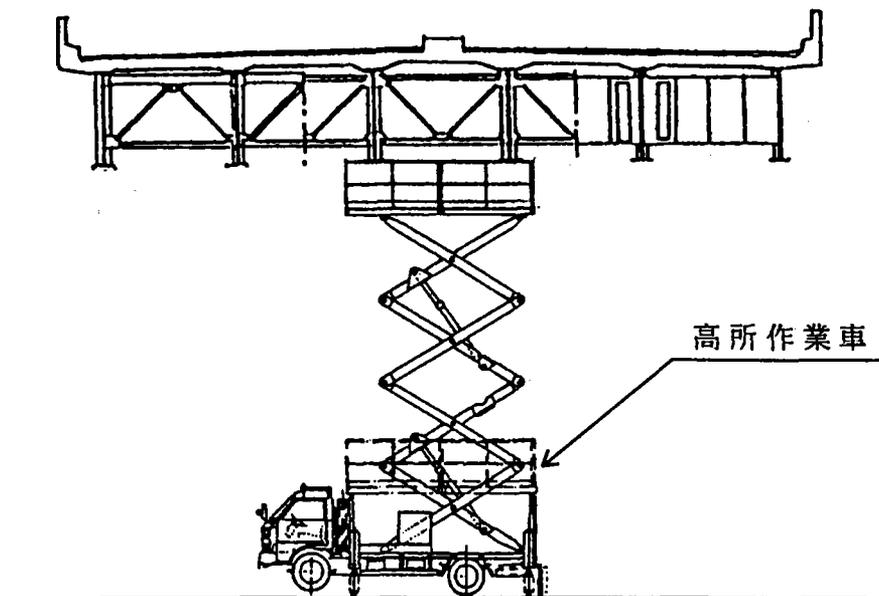


(3) 中桁部作業用吊り足場 ④⑤用



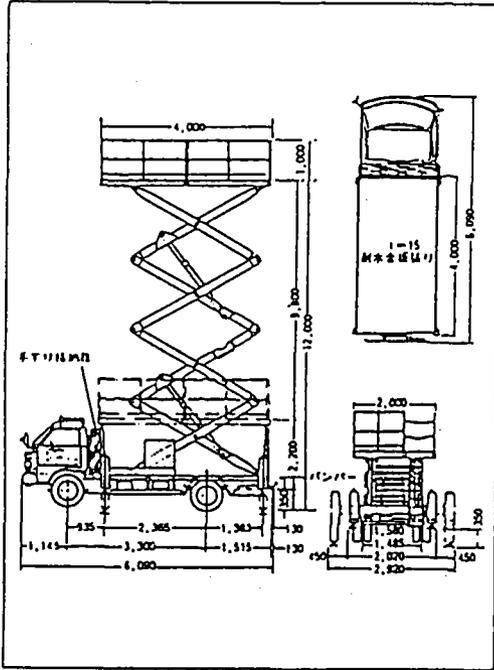
橋軸方向 3m
足場面積 13.2m²

(4) 高所作業車による作業要領



スカイトラック

主要寸法図

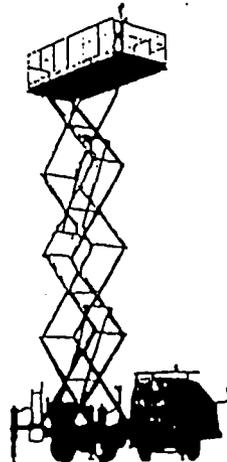


仕様

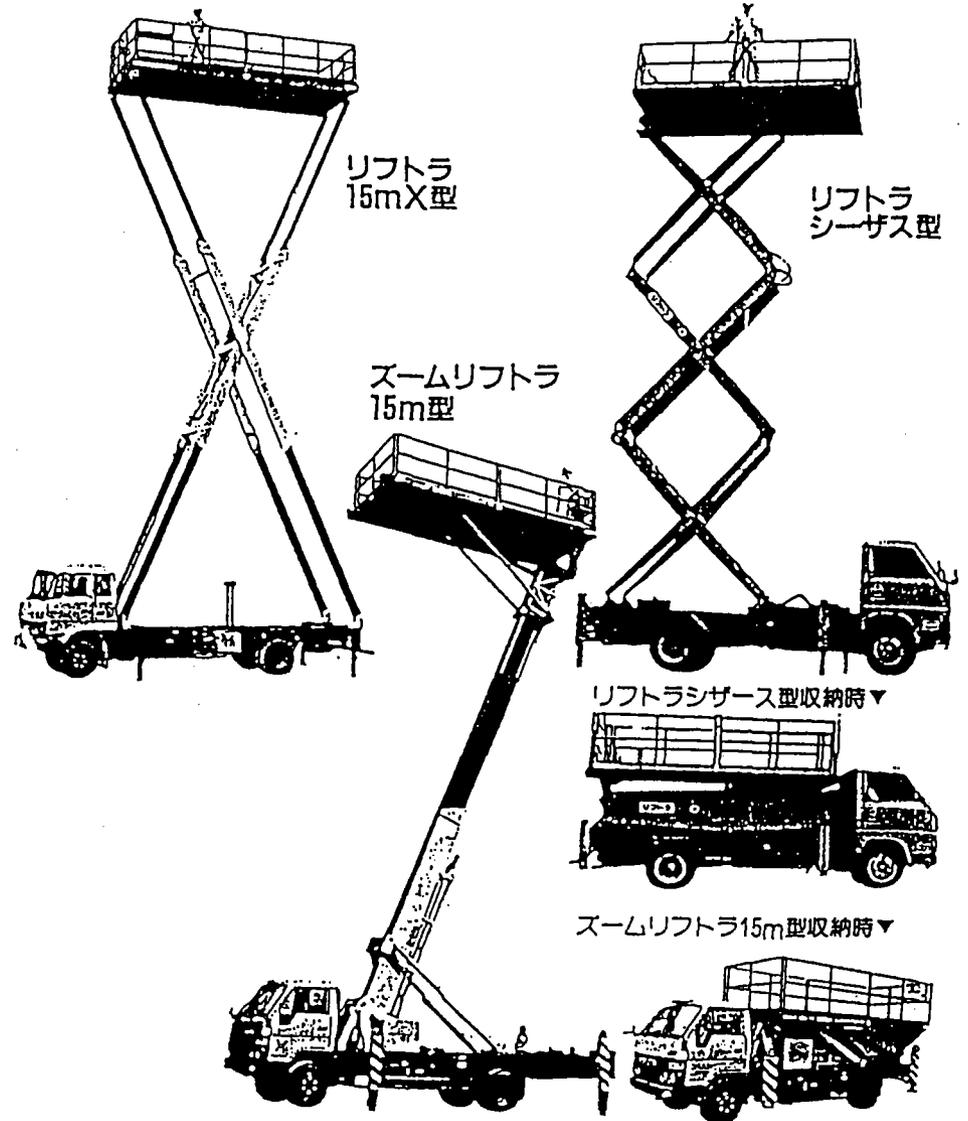
全長	12,000
メーカー	川 117/ニシオ
型式	MST-120
レンタル料	38,800円/日
作業可能高さ	14,000%
作業台面積	12,000%
自重	2,100%
積載可能量	1,000kg
最大寸法	全長 6,000%
	全幅 2,000%
	全高 2,200%
作業面寸法	全長 4,000%
	全幅 2,000%
	全高 1,000%
作業台昇降速度	上昇 5m/min
	下降 6m/min
作業台スライダ(伏せ・起立)	500%
アウトリガー(展開時)	全幅 2,800%
	自重 450%
車体重量	6,460kg
ホイールベース	3,200%
トレッド	1,540%
	1,485%
展開シャーシ	3.5ton

安全装置

- 車体が前後6°、左右3°傾斜した時には警報ブザーが鳴ります。
- 積載荷重が1,000kg以上になると、警報ブザーが鳴ります。
- アウトリガーを格納しないで切換スイッチを走行にした時は、警報ブザーが鳴ります。



リフトラ



4. 6 補修塗装

4. 6. 1 概要

本工事における補修塗装は、疲労損傷個所の補修に伴うものである。よって、補修塗装は部分的なものであり、非常に局所的な施工である。

4. 6. 2 塗装箇所および仕様

(1) 塗装箇所

- | | |
|-------------------------|-----|
| ① 主桁と分配横桁の交差部に生じた亀裂 | 1箇所 |
| ② 主桁腹板ガセット端部に生じた亀裂 | 〃 |
| ③ 水平補鋼材端部に生じた亀裂 | 〃 |
| ④ ソールプレート端部に生じた亀裂 | 〃 |
| ⑤ 端対傾構ガセット部に生じた亀裂 | 〃 |
| ⑥ 分配横桁切欠き部に生じた亀裂 | 〃 |
| ⑦ 横桁を連結した垂直補鋼材接合部に生じた亀裂 | 〃 |

(2) 塗装仕様

素地調整	塗装工程		塗料名	使用量 (目盛値) g/d/目 (μ)	回数	塗装方法	塗装間隔
	現	場					
2	現	下塗 第1層	エポキシ樹脂プライマー	120 (15)	1	刷	1日～ 10日
		下塗 第2層	超厚膜形エポキシ樹脂塗料	1,000 (300)	1	刷	1日～ 10日
		上塗	ポリウレタン樹脂塗料	120 (25)	1	刷	

局部補修に用いる塗装系であり、超厚膜形エポキシ樹脂塗料を用いて塗料の塗付回数を少なくしている。超厚膜形エポキシ樹脂塗料は鋼材面との密着が良くないので、密着性の良いエポキシ樹脂プライマーを塗付して、その上に塗り重ねることが必要である。

4. 6. 3 素地調整

素地調整のグレードは2種として、ディスクサンダー、ハンマー、トンカチ、スクレーパー、ワイヤブラシ等を用いて全面を入念にケレンを行う。周囲の活膜は残し、補修部分は鉄肌を現し、ウエス等で清掃する。

種別	作業内容	作業方法
2種	さび、塗膜を除去し鋼材面を露出させる。ただし、くぼみ部分や狭あい部分にはさびや塗膜が残存する。	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

4. 6. 4 塗装方法

- (1) 塗装には硬毛の刷毛を使用し、塗残し、気泡「ムラ」等のないように塗付ける。
- (2) 「ムラ」直し、仕上げ面の順に手際よく均等な厚さに全面を塗上げる。
- (3) 特に構造の複雑な部分は入念に清掃の上、塗上げる。

4. 6. 5 作業条件

気象条件などが次の各項目に該当する場合には塗装作業を中止する。

- (1) 気温が5°C以下の時
- (2) 相対湿度が85%以上の時
- (3) 降雨雪の恐れがある時
- (4) 炎天で鋼材の温度が高く、塗装面に泡が生じる恐れのある時
- (5) 鋼材の表面が湿気を帯びている時
- (6) 強風または塵埃の多い時
- (7) 作業上監督員が不適當であると認めた時

4. 6. 6 施工管理

- (1) 塗装は充缶数、空缶数の数量により確認する。
- (2) 施工については、清掃状況、塗装状況（1層、2層、上塗）の作業中および完了と段階別にカラー写真で管理を行う。

4. 6. 7 防護設備

素地調整により発生するさびやケレンダスト、および塗装作業による塗料の落下、飛散を防止するためにシート張りの養生を行う。

4.7 施工工程

施 工 工 程 表

項目	延べ日数														備考	
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70		
準備工	[Gantt bar from day 0 to 5]															
部分足場防護工の設置	[Gantt bar from day 5 to 15]															
主桁構造損傷部材補修	①主桁と分配横桁の交差部に生じた亀裂	[Gantt bar from day 10 to 15]														
	②主桁腹板ガセット部に生じた亀裂	[Gantt bar from day 15 to 20]														
	③水平補剛材部に生じた亀裂	[Gantt bar from day 20 to 25]														
	④ソールプレート部に生じた亀裂	[Gantt bar from day 25 to 30]														
	⑤端対接部ガセット部に生じた亀裂	[Gantt bar from day 30 to 35]														
	⑥分配横桁切欠部に生じた亀裂	[Gantt bar from day 35 to 40]														
	⑦横桁を連結した垂直補剛材接合部に生じた亀裂	[Gantt bar from day 40 to 45]														
補修完了検査	[Gantt bar from day 45 to 50]															
補修部の部分塗装	[Gantt bar from day 50 to 55]															
足場防護工解体仮設撤去	[Gantt bar from day 55 to 60]															
跡片付工	[Gantt bar from day 60 to 65]															
特記事項																