

50th Anniversary

平成26年度 橋梁技術発表会

製作技術の変遷と今後の展望

技術委員会 製作小委員会

加藤 千明
板橋 健一
蘆葉 寛一
萩原 篤

一財団法人 日本橋梁建設協会
Japan Bridge Association

1

発表内容

1. 鋼橋の歴史
2. 原寸
3. けがき
4. 切断
5. 孔あけ
6. その他加工
7. 組立溶接
8. 仮組立
9. 防錆・防食
10. 今後の展望

2

鋼橋の歴史①

世界初の鉄製橋梁「アイアンブリッジ」(1779年)



橋年齢235歳

3

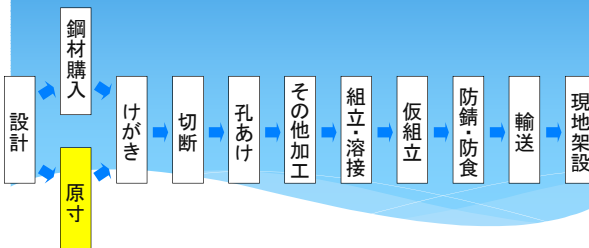
鋼橋の歴史②

日本最初の鉄製橋梁「くろがね橋」(明治元年)



4

原寸





5

原寸の目的

- ①部材・部品の正確な寸法の決定
- ②NCデータ、型板、定規等のけがき資料、あるいは加工、仮組立等の指示伝票の作成
- ③各部品、各部材の取り合い関係、施工上の支障がないかどうかについての検討

模型による作業性確認例

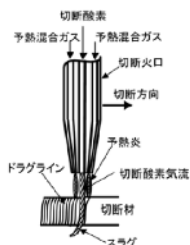



6

ガス切断

- ・ ガスの炎により鋼材を予熱し、高圧酸素を吹き付けて切断
- ・ 板厚3000mm程度まで切断可能

ガス切断の原理



ポータブルガス切断機



参考: 要説 熱切断加工のQ&A 日本溶接協会

13

フレイムプレーナー

- ・ 門型の走行装置に多数の切断用トーチを取り付けたもの
- ・ 一枚の鋼板から幅が一定で長さの長い部材の切断に使用

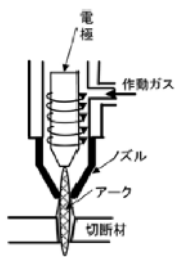


14

プラズマ切断

- ・ ウェブプレートや曲線のフランジプレート等を高速で切断可能
- ・ 板厚32mm程度まで切断可能

プラズマ切断の原理



NCプラズマ切断機



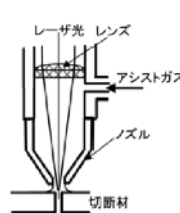
参考: 要説 熱切断加工のQ&A 日本溶接協会

15

レーザー切断

- ・ 切断精度が高く、複雑な形状の切断が可能
- ・ 板厚24mm程度まで切断可能

レーザー切断の原理



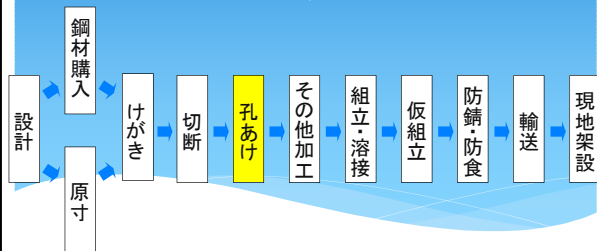
NCレーザー切断機



参考: 要説 熱切断加工のQ&A 日本溶接協会

16

孔あけ

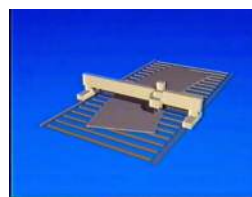


17

ラジアルボール盤

- ・ NC制御による自動運転
- ・ NCラジアルボール盤はウェブ、フランジなど大型部材、NCガーダーラジアルボール盤はスプライスなど小型部材で使用

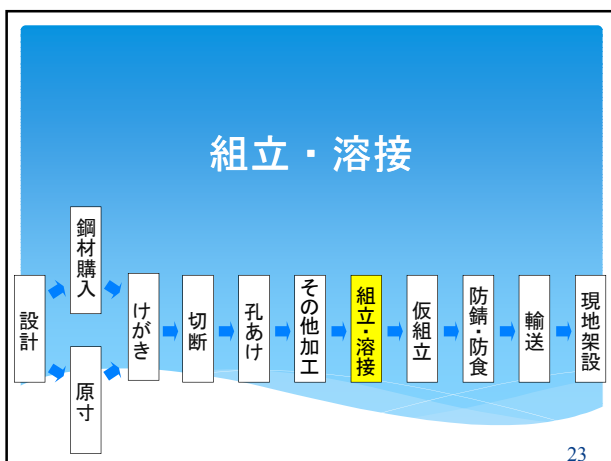
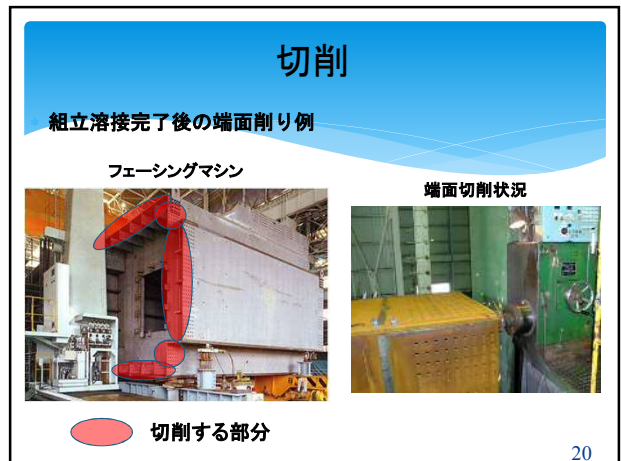
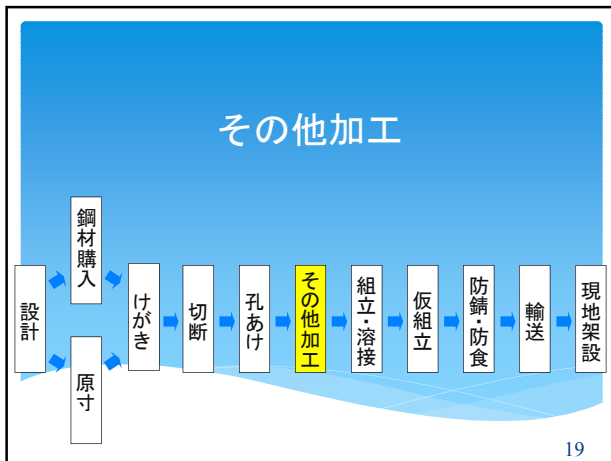
NCラジアルボール盤



NCガーダーラジアルボール盤



18



溶接法及び材料の変遷

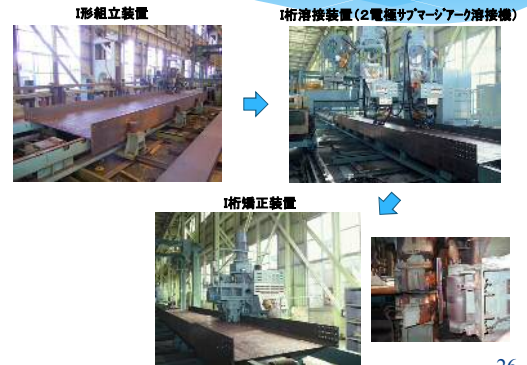
- 1904年 被覆アーク溶接法の開発・輸入
- 1950年 サブマージアーク溶接法の開発・輸入
- 1953～55年頃 ガスメタルアーク溶接法の開発
- 1970年頃 半自動溶接の普及
- 1990年頃 自動溶接、ロボット溶接の普及



昭和初期の工場溶接風景

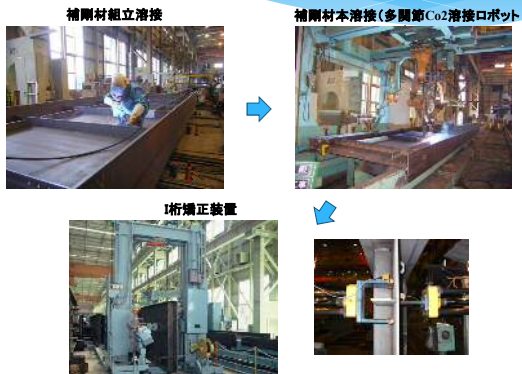
25

I 桁 ①組立



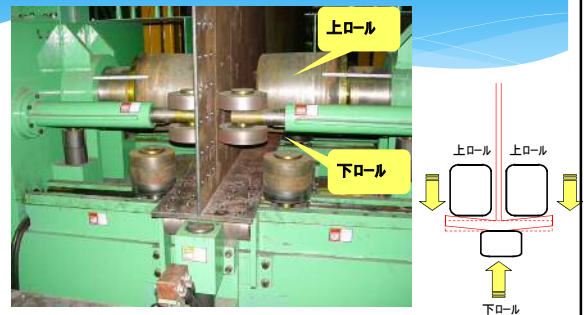
26

I 桁 ②溶接



27

I 桁組立・矯正装置



28

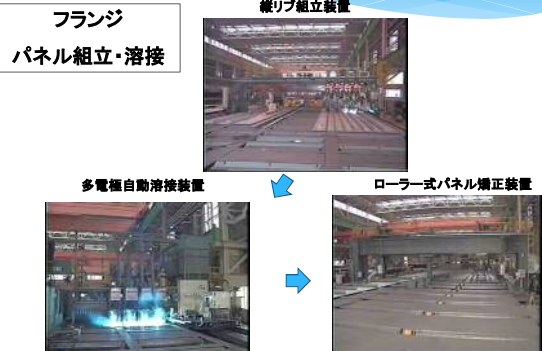
溶接ロボット

多関節型ツイントーチ



29

箱桁 ①組立・溶接 (フランジ)



30

箱桁 ②組立・溶接 (ウェブ)

ウェブ
パネル組立・溶接



補剛材溶接 (多関節Co2溶接ロボット)



金型式パネル矯正装置



31

箱桁 ③組立・溶接

箱桁組立



箱桁溶接 (Co2自動溶接機)



反転



32

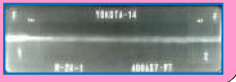
内部きず検査 (非破壊検査)

放射線透過試験

X線装置

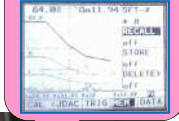


X線フィルム (撮影フィルム)



超音波探傷試験

探傷画面 (例)



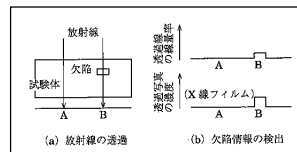
探触子



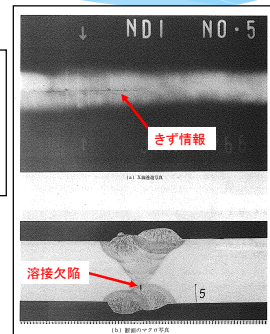
超音波探傷器

33

放射線透過試験 (RT)



溶接欠陥の存在により、欠陥部の透過線量率が増加し、透過写真(フィルム)の濃度の増加としてきず情報を検出する。

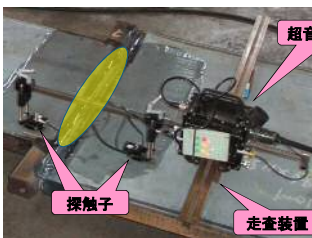


34

自動超音波探傷試験装置

探傷結果を記録し画像化、判定する
自動超音波探傷試験装置 (AUT)

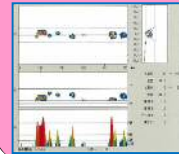
探傷位置を示す



超音波探傷器

走査装置

画像表示装置 (記録見本)



35

内部きず検査判定基準

- 放射線透過試験
 - JIS Z 3104 「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」に従い、きずの種類および点数判定
- 超音波探傷試験
 - JIS Z 3060 「鋼溶接部の超音波探傷試験方法」に準拠し、きずエコー高さ領域ときず指示長さから判定

- きずの種類に関わらず実際に内在する実きず寸法を用いた評価法に変更
- きず寸法が板厚の1/3以下、疲労の影響が考えられる場合には1/6以下の場合を合格

36

磁粉探傷試験 (MT)

紫外線照射装置 (ブラックライト)

電磁石

蛍光磁粉液

きずの例

溶接部の腐食現象 (われ)

37

溶接 最近の傾向

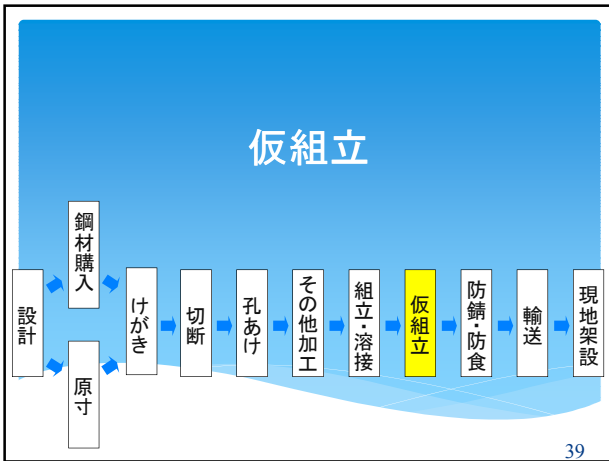
厚板の溶接 (橋脚十字継手)

板厚91mm

総パス数:140

- ・高度な技能が必要
- ・溶接完了までに数週間要する場合もある

38



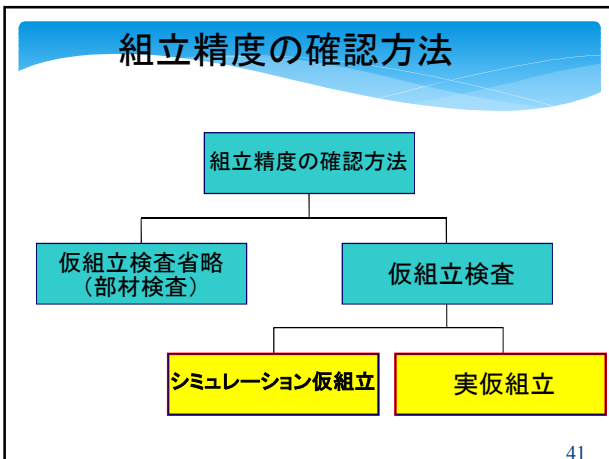
仮組立

- ・ 仮組立の目的
 - 実際に部材を組み立てて、部材精度や組立精度を確認
 - 架設現場での工場仮組立の再現性を保証する作業

昭和初期の仮組立

現在の仮組立

40



シミュレーション仮組立

- ・ シミュレーション仮組立
 - 単品部材の計測データをもとに机上で数値仮組立を行う方法で実仮組立と同等の確認が可能

シミュレーションによる仮組立配置画面

シミュレーション状況

42

部材計測方法

① CCDカメラによる計測



② トータルステーションによる計測



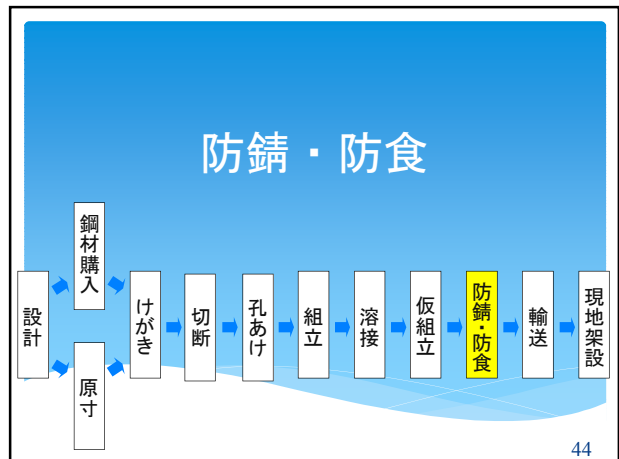
③ 3次元視覚センサーによる計測



④ デジタルカメラによる計測



43



防錆・防食方法

表面被覆	<p>塗装</p> <p>金属被覆(めっき、溶射、クラッド)</p> <p>ライニング(ゴム、樹脂、モルタル、ガラス)</p> <p>コーラルエナメルガラスクロス覆装</p> <p>防食テープ</p> <p>防錆油</p> <p>化成処理</p>
電気防食	<p>流電陽極法</p> <p>外部電源法</p>
鋼材の改質	<p>耐候性鋼</p> <p>ステンレス鋼</p>
環境処理	<p>腐食抑制剤</p> <p>腐食因子の除去</p>

45

塗料・塗装の変遷

- 1885年** 国産塗料製造開始
- 1950年代**
 - エポキシ樹脂塗料, ポリウレタン樹脂塗料などの開発
- 1960年代**
 - プラスト処理の普及
 - エアレススプレー法の採用開始
- 1984年**
 - 常温乾燥型ふっ素樹脂塗料の開発

46

新しい塗装技術①

* 環境にやさしい塗装系

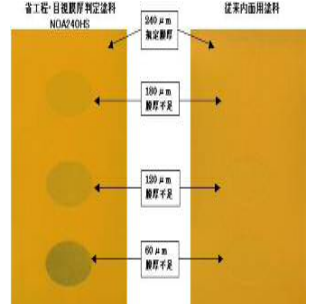
環境にやさしい塗装仕様の例 1 (溶剤削減率約1/3)		
	漆地調整	プライマー
製鋼工場	1 漆地調整	プラスト処理
	2 プライマー	無機ジシクリッチプライマー
	3 二次漆地調整	プラスト処理
	4 防食下地	無機ジシクリッチペイント
製作工場	5 ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗
	6 下塗	低溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗
	7 中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗
	8 上塗	ふっ素樹脂塗料上塗

47

新しい塗装技術②

* 省検査形塗料

省検査形標準制御塗料の適用例(外面)		
	漆地調整	プライマー
製鋼工場	1 漆地調整	プラスト処理
	2 プライマー	無機ジシクリッチプライマー
	3 二次漆地調整	プラスト処理
	4 防食下地	無機ジシクリッチペイント
製作工場	5 ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗
	6 下塗	省検査形標準制御塗料下塗
	7 中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗
	8 上塗	ふっ素樹脂塗料上塗



48

耐候性鋼の橋梁

耐候性鋼は、表面に生成される緻密なさび層により腐食の進行を抑制し、無塗装で優れた耐食性を発揮



ホロナイ川橋(北海道1996年)



城ヶ倉大橋(青森県1995年)

49

金属溶射①



皇居二重橋(新橋初の採用1963年)



関門橋(長大橋への適用1972年)

- ・ 耐用年数(一般環境)はC5塗装系で35年に対し、金属溶射は、100年

50

金属溶射②

金属溶射の施工状況

溶射技能士による施工状況



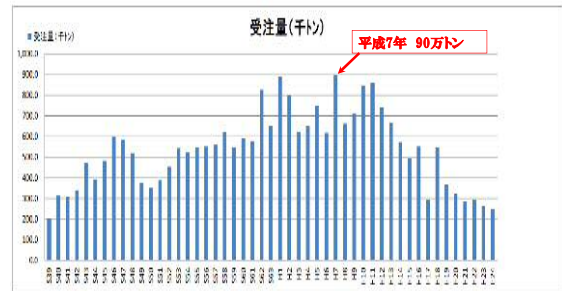
自動機による施工状況



51

今後の展望

国内橋梁受注量推移



52

橋梁大規模更新

- ・ 国内橋梁約15.7万橋のうち2031年には約8.4万橋(約53%)が築後50年以上となる

首都高初の高架橋撤去・架替工事
(首都高八重洲線 汐留高架橋)



交通規制等社会への影響を最小限におさえるため、製作のスピード化が重要



CIM活用による一層の生産性向上
高齢化による技能者減への対応
(例えば女性技能者の育成・活用)

53

海外展開

ベトナム:ニャタン橋



トルコ:イズミット湾横断橋



いずれの工事も日本の製作技術者・技能者が現地にて製作指導を行っている



魅力・やりがいをPRし、若い技術者・技能者の確保が必要

54

2020年東京オリンピック・パラリンピックに向けて

築地大橋



- ・橋長245m アーチが外側に傾き上空に支材がないデザイン
- ・2020年東京五輪では、選手村と競技会場が集中する臨海部と都心部とを結ぶ大動脈になる

55

50th
Anniversary

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
Japan Bridge Association

56