

橋梁用移動足場の開発（第2報）

Development of Traveling Platform for Bridges (Part 2)

清水 功 雄*¹ 滝 戸 勝 一*² 岡 四 郎*³
Isao SHIMIZU Shoich TAKIDO Siro OKA

Summary

Today, hanging scaffolds must be installed by skilled workers for projects such as the construction, inspection and repainting of steel bridges. The authors have long been addressing the task of developing a traveling platform that could easily be set on bridges when needed. We succeeded in putting into practical use a traveling device as appropriate for working conditions in the field. This paper describes the field achievements and future prospects of the platform.

キーワード：移動足場，点検調査，塗り替え塗装，吊り足場解体

1. まえがき

橋梁の架設，点検調査および塗装塗替え等の作業では一部を除き吊り足場が用いられている。この吊り足場の組立・解体作業では，パネル足場など多少の進歩が見られる他は，旧来どおりの熟練作業員の技量に頼る危険な作業を続けている。

筆者らはかねてより，鋼橋における作業足場の現状はたとえばビル建築あるいはデビダーク工法等のコンクリート橋などに比べても大幅に遅れており，作業の合理化の最も進めにくい部分であると考え，簡単に使用できる低コストの移動足場（トラベラプラットフォーム）の開発に取り組んできた。¹⁾

架設時の吊り足場解体作業，点検調査作業など現場での実績をふまえて，使いやすさと安全性の両面から移動足場が十分効果を発揮できることが解った。

本文では，架設および点検調査での実績と，塗替え塗装足場に用いる場合の作業方法について報告する。

移動足場の開発にあたって，基本的なコンセプトは以下のようなものである。

- ① 架設，点検調査，補修，および塗替え塗装作業に使用できる。使用目的に合わせて作業床の面積を考慮できる。
- ② 作業ごとに組み立てる脱着式を基本とする。
- ③ 中間橋脚をかわして連続走行できる。

- ④ 走行台車はレール走行式と路面走行式を選択できる
- ⑤ 走行装置，足場の伸縮装置など機械部分を含むのでシステムの安全には十分な信頼性があること
- ⑥ 基本的にはリース用機材とし，効率的に転用することで，リース価格を安く設定する。保守点検，組立解体，および現場での運転指導なども考慮する。

2. 移動足場は橋梁の現場作業をどう変えるか

いくつかの施工例および検討結果をもとに現場作業が移動足場の導入によりどう変わるかについて述べる。

(1) 架設工事

1) 吊り足場の解体作業

写真-1は鋼床版をもつ大断面箱桁橋である新狩野川大橋（静岡県沼津土木事務所）の吊り足場の解体作業中の状況である。本橋梁は全幅員11.7m，桁高5.2m（側径間の一部は桁高さが変化），箱桁幅5.80m，床版の張出し長さ2.95mの橋梁断面をもつ1箱桁からなる曲線橋である。

箱断面が大きいばかりでなく，張り出し長さが大きいので，吊り足場の解体にあたっては，最後の吊りチェーンの取り外しを安全に行い，吊り金具部分の塗装のタッチアップを確実にを行う方法が問題となった。また解体した大量の足場材の搬出を橋脚位置で行わねばならず，足

*¹技術本部技術開発部長

*²技術本部工事部長

*³技術本部工事部工事課

場を人力により運搬することになり、能率が悪く人手を要する。

このように解体作業が難しく危険が伴う現場状況から、手持ちの移動足場を**写真-1**のように吊り足場解体用の移動足場に改造し、平成8年のⅠ期工事と、9年のⅡ期工事に使用し能率の向上と安全の確保にあたった。



写真-1 吊り足場解体作業中の移動足場全景



写真-2 移動足場上での吊り足場の解体作業

足場の解体では**写真-2**のように、移動足場上の作業員が足場パイプ等を順次解体し移動足場の端部に集める。

通常吊り足場の解体作業で問題となる足場パイプの組立順序から解体の手順の検討、あるいは解体時の足場の確保など作業員の熟練に頼る作業がほとんどなくなるので、能率が良く安全である。

作業能率の面から特に効果を発揮したのは、解体した足場材料を1パネルごとに移動足場上に集めて、ユニッククレーンにて橋上に吊り上げ搬出できたことである。

足場を人力で運搬する方法と比べて大きな省力化になっている(**写真-3**)。

また最も問題になる吊りチェーンの取りはずしと、吊り金具周辺の塗装のタッチアップは、吊り足場解体後に移動足場上での作業になるので、安全を確保しながら下塗りを含めた十分な塗装を施工できる(**写真-4**)。

長期防錆型塗料を用いた橋梁が増加しているが、現状ではこの吊りチェーンのあたるフランジエッジ部、および吊り金具の補修塗装が十分に施工できず、塗装の弱点となっているために、橋梁全体の塗膜は活膜の状態であるにもかかわらず、全面の塗替えを行うケースもある。

このように移動足場による確実な施工は、塗替え塗装のインターバルを延ばす効果を期待できる。

新狩野川大橋では平成8年と9年に分けて架設工事を行っており、箱桁の下段の吊り足場を移動足場を用いて解体作業を行った(**図-1**)。作業工程を**表-1**に示す

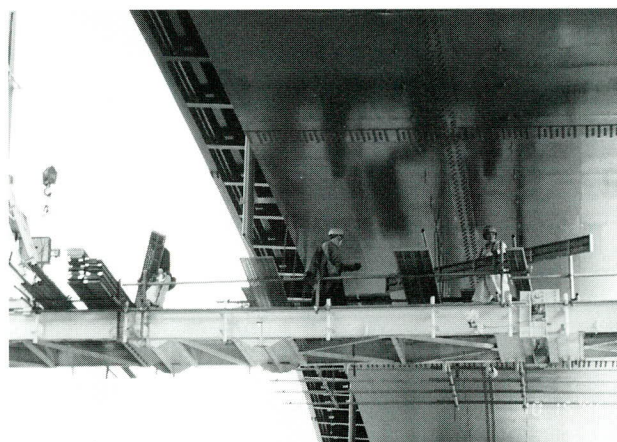


写真-3 足場材料の搬出

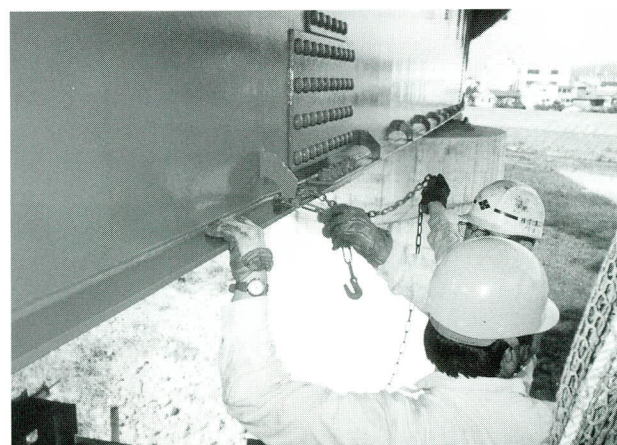


写真-4 吊りチェーンの取り外しと補修塗装

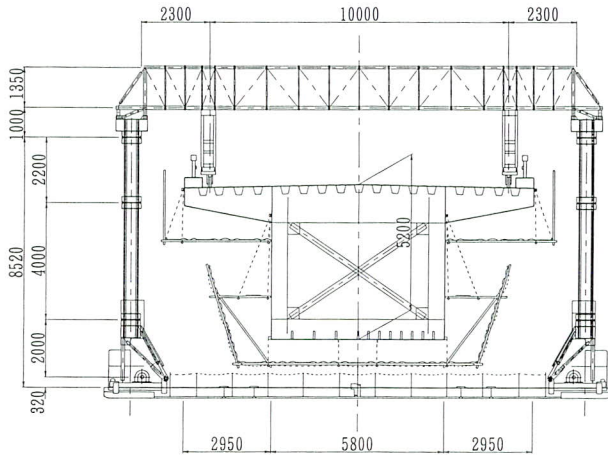


図-1 吊り足場解体用移動足場図

表-1 足場解体作業の概要

区間	解体する吊り足場面積	移動足場による足場解体日数	通常の方法での解体日数(計画)	施工会社
A1~P6 2径間	200m×8m =1600㎡	吊り足場解体6日 クッチアツフ'含む	吊り足場解体17日 クッチアツフ'含む	川崎重工業 宮地鐵工所
P6~A2 1径間	140m×8m =1120㎡	吊り足場解体3日 クッチアツフ'含む	吊り足場解体12日 クッチアツフ'含む	NKK

* 足場解体日数は他に移動足場の組立解体に2.5日程度必要である
 * 通常の解体方法では、転落防護用ワイヤー'リッジ'を含む

が、この部分で比較すると通常の解体工法に比べて工数、工程ともおおよそ1/3程度であることが解る。

2) 移動足場による架設作業

写真-5は箱桁の張出し架設で稼働中の移動足場の例である(上信越自動車道・八木沢橋梁)。現状では場所打ちのRC床版をもつ桁橋では、吊り足場によることになるが、鋼床版あるいはプレキャスト床版の場合はこのように移動足場で施工可能である。

特に、近年塗装の品質とコスト縮減のため、鋼桁を工場にて上塗り塗装まで完了して出荷するケースが多くなっている。上塗りまで完了した鋼桁に現場で型枠を組み、場所打ちのRC床版の施工を行うことは、せっかく品質の良い工場塗装を損傷することになり、補修塗装による費用も大きくなるので、プレキャスト床版の採用が効果的である。

主径間以外はベント工法であり、この場合は移動足場を能率良く稼働させることができないので、吊り足場により施工せざるを得なかった。壁高欄は費用と出来型を考慮して場所打ちRC構造とした。床版側面には連続した足場が必要になるので、床版に金具を埋込むことで部分

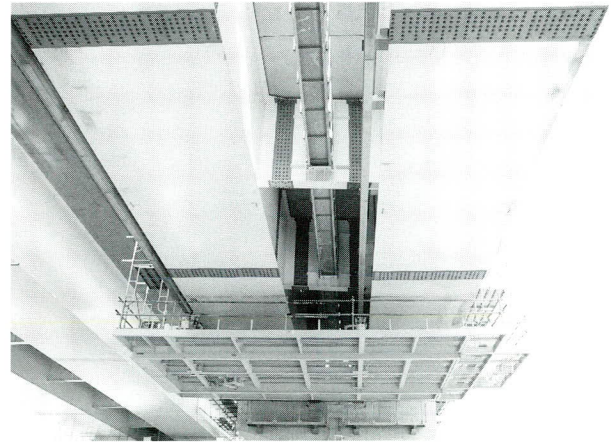


写真-5 移動足場を用いた床版の取付

足場を組み立てた。この足場の組立解体作業は、移動足場上から行うことで能率良く施工できた。しかしながら現状は移動足場の稼働率が低く、損料計算による採算ベースに乗せることは難しい状況にある²⁾。

(2) 維持管理に用いる場合

1) 点検調査用移動足場

海上橋などの大型橋梁の場合、定期的な点検・調査にもとづく補修、塗替え塗装工事は構造物の寿命を延ばすためにきわめて重要である。

特に架設時の損傷などにより、比較的初期における錆などの損傷に対して的確な補修を行うことが長期防錆上効果的であることが知られている³⁾。本州四国連絡橋公団等の長大橋では、建設時に設備として点検作業車を設置しているが、一般の橋梁では点検設備の設置費用と維持管理が難しいので、その都度吊り足場を設置するか、橋梁点検車による調査によることになる。

橋梁点検車による場合は、通常1車線規制を必要とするため夜間の作業になり、十分な調査結果を得にくいばかりでなく、規制に要する費用もばかにならない。

また吊り足場の設置は塗装足場と同様な、本格的な規模になる場合も多く、調査費用に占める足場費用の割合が大きくなる。

写真-6~8は東京湾アクアライン橋梁部の航路部径間で稼働中の点検車である。**写真-6**は橋梁側面を走行し、下フランジ近くに設置された航路灯を、定期点検することを主目的として設置された点検車で、側面及び鋼床版張り出し部の点検補修にも用いられる。**写真-7**は1-BOXタイプの箱桁下フランジ面全面の点検・調査を可能にした点検作業車である。



写真-6 東京湾アクアライン橋梁点検車（側面）

いずれも、橋梁の完成時には専用のレールが設置されているのみで、点検車は設置されていない。完成後に当初設計の点検車でなく、10年程度の使用を想定した廉価で簡単な構造の点検車を設計し設置した。

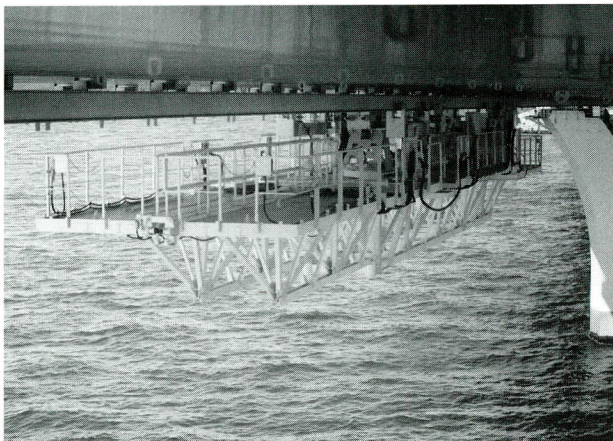


写真-7 東京湾アクアライン橋梁点検車（底面）

写真-8は底面点検車の橋脚を通過する時の作業足場を閉じたときの状況である。このように簡単な操作で足場の開閉が行えることで、側面の点検車と相互に乗り移ることができるので、非常時の作業員の避難用に利用できる。また資材等の搬入にも使用されている。費用の点から点検車の設計をアルミ主体でなく鋼材としたために、自重は大きくなったが、作業中の揺れの少ない使用しやすい点検車として稼働している。

発電機搭載型なので、点検車のメンテナンスのため月1回程度の運転が条件になっている。

このように、橋梁に点検車用のレールが設置されると、最も必要な形式の点検車が無理なく設置できるこ

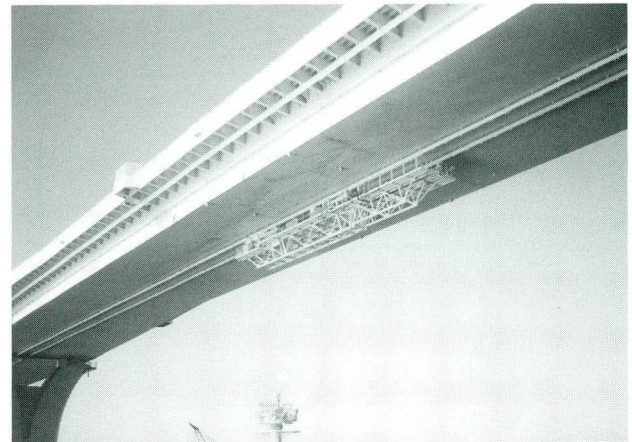


写真-8 東京湾アクアライン橋梁点検車（橋脚通過時）

とが解る。今後計画される比較的規模の大きな橋では、新設時に点検車用のレールを設置するのが望ましい。

レールが設置されていない橋梁では、路面走行する点検作業車を使用できる。さらに下路トラス橋では図-2に示すような、直接上弦材上をゴムタイヤで走行する点検・調査用の移動足場を計画しており、橋長が100mを越える規模のトラス橋では吊り足場の設置に比べて、足場費用も低廉になると考えている。

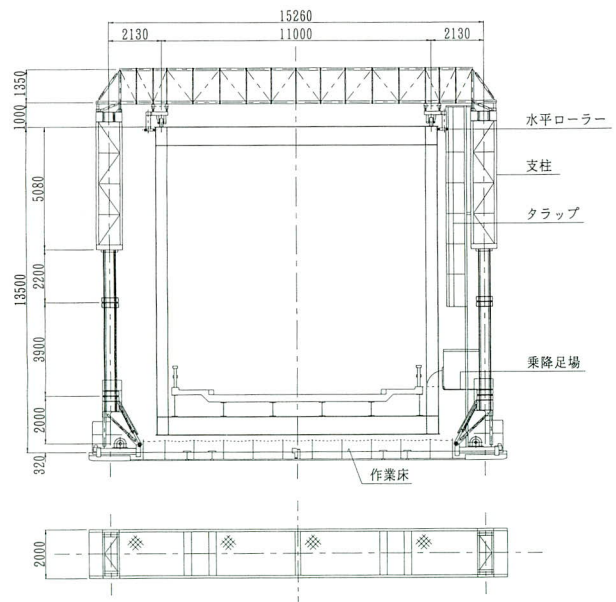


図-2 下路トラス橋用点検車計画図

2) 塗替え塗装作業用の移動足場

橋長が100mを越えるような大型橋梁では、移動足場の組立・解体を考慮しても、吊り足場より経済的になると考えている。ただし現状では移動足場の構造と路面占有の状況から、橋梁の床版張り出し部にレールを取り付け

られる場合、あるいは歩道付きの橋梁で歩道上を走行台車が走行できる場合に対応可能である。

図-3では床版張り出し部のレールを用いて走行する塗装塗り替え用の移動足場の計画案で、桁高の変化する長大橋用に開発したものである。

このような移動足場による塗替え塗装では、吊り足場上での塗装作業とは手順が異なるので、作業員の慣れが必要になる。さらに移動足場上での作業のため、同時に作業できる作業員の数の制限と、塗装インターバルの関係から塗装の作業計画が重要になる。このような状況での大規模な塗装作業の例が少ないため、作業能率の確認など今後の課題になっている。

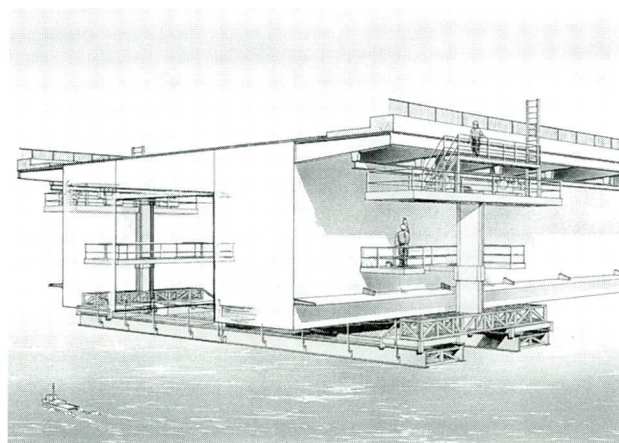


図-3 塗装塗り替え用の移動足場（計画図）

表-2は3径間鋼床版箱桁橋（橋長360m海上橋）の塗装計画を比較検討したものである。この検討例では、橋梁の外側、下フランジおよび桁間の腹版の一部を移動足場で施工し、箱桁間の腹版と横桁および鋼床版裏面は、移動足場を用いて組み立てた吊り足場上での塗装作業とした。

このように移動足場を用いることにより、桁間などの移動足場での作業の難しい箇所には、容易に吊り足場を設置できるので現場に合わせた使い分けができる。前述したように、吊りチェーンによる塗装損傷部のタッチアップは確実にできるため、塗装の弱点部を作りにくい。

3) 作業の自動化に向けて

前項の塗装作業足場の検討例では、すべての作業を手作業によるとして計画している。移動足場は電源設備などを備えており、作業姿勢も確実にとれるスペースを確保しているため、現場の環境条件さえ許せばブラストによるケレンとエアレススプレーによる塗装作業は可能に

表-2 移動足場を用いた塗替え塗装の工程

工程(日)	100	200	300	所要日数
吊り足場による場合	足場架設120	塗装 140	足場解体80	340日
移動足場+吊り足場(30%)	足場架設40	塗装170	足場解体25 移動足場解体 5	250日
1) 橋長360mの1/2を施工するとして工程を算出。塗装面積12000㎡ 2) 移動足場と吊り足場の組み合わせは、全体の30%の足場を吊り足場として、移動足場上で組み立てる。塗装作業は移動足場と並行作業になる。 3) 移動足場上の作業能率は作業員の増減を弾力的に行いにくいので、吊り足場の80%とした 4) 塗替え塗装仕様は損傷度によりランクを付けており、超薄型エポキシ樹脂塗料、エポキシ樹脂塗料中塗、ふっ素樹脂塗料上塗を基本として検討している				

なり能率は大幅に向上する。

さらに前述のような1-BOXタイプの橋梁の場合、造船に用いられているような、自動塗装機械による施工も考えられる。今後のメンテナンスを含めた工事費の縮減を考えると、将来のメンテナンスコストを考えた橋梁構造とメンテナンス設備の検討が欠かせないことになる。

足場の自動化については(社)日本鋼構造協会が検討され報告書が出版されている⁴⁾が、飛沫ダストの処理と塗装機械を乗せる足場の問題が解決しておらず、今後の課題として残されている。前述したように作業しやすい橋梁から順次半自動化程度の作業改善ができれば、大幅な現場作業環境の改善が計れると考えている。

3. 移動足場の構造

前述のように、筆者らの開発している移動足場は、足場解体、あるいはある程度の塗装用機械設備の搭載を設計の基本的な条件としている。このため車載式の橋梁点検車のように作業員2~3名の荷重で設計された点検車と異なり、かなり大型になる。自重は形式により10~20t程度である。

構造は主に作業床面積の広さと走行方式、および中間橋脚の通過の方式の組み合わせにより、使用する現場条件に合わせて組み合わせて提供することができる。

条件により使用できる組合せは表-3のようになる。

(1) 走行装置

1) 路面走行装置

ウレタン車輪を電動駆動する台車により路面を走行する。走行時は水平ローラーで地覆を押しえガイドとして

表-3 移動足場の使用条件による組合せ

		レール走行式 (吊下げ式)	路面走行式 (タイヤ式)	備 考
架設足場	架設足場	○	—	
	吊り足場解体	(一部○)	○	
維持補修	点検調査	◎	○	路面走行式は 路肩を占有す る
	塗装塗替え	◎	○	

いる(写真-8)。

2) レール走行装置

I型鋼をレールにして鉄輪にて走行する。走行はレールを電動機に直結した大口径のウレタン車輪で押し上げることにより、ノンスリップ型の走行台車になっている。

(2) 橋脚通過方法

作業床を中央で切り離し、スライドさせることで橋脚を通過する構造を基本としている。このため前述の新狩野川大橋で用いた移動足場のように、2台の走行台車が連結されている場合は、作業足場を橋脚位置でそのまま切りはなすことで、簡単に橋脚を通過できる。

また図-2のように2台の走行台車が独立している場合は、2組の作業足場を交互に切り離し、連結することで橋脚を通過する構造になっている。

4. あとがき

鋼橋の新設、維持管理を問わず、吊り足場に頼らない施工法を目指して、いくつかの移動足場を開発し、販売とリースにあたってきた。しかしながら、現状の状況は吊り足場の組立、解体に熟練作業員にたよる部分が多く、移動足場などによる施工の能率化と安全性の向上を積極的に計るまでには至っていない。

筆者らの取組みの他にも、橋梁点検車など数社で開発販売されているが、製品の完成度と現場の要求性能との差、あるいは費用などの面で施工者の要求を満たしているまでには至っていない部分も多く、課題も残されていると考えられる。

実際に移動足場を使用した現場技術者あるいは作業員

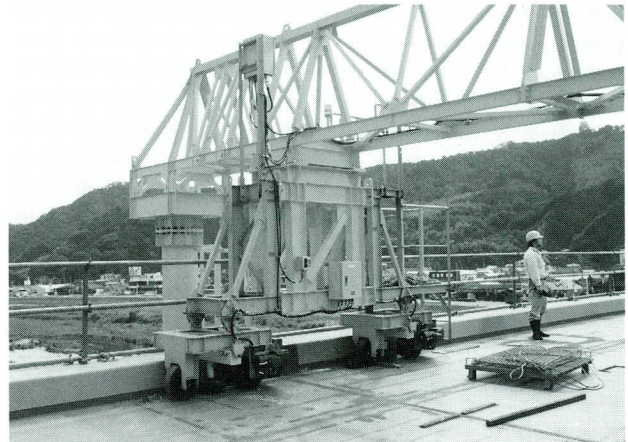


写真-8 路面走行台車

からは、いろいろ注文はあるものの、従来の吊り足場に比べて格段の作業性の良さを認められている。工事費の縮減の現実のなかで、トータルコストの低減が大きなテーマになっており、このような現場作業の改善の方向も重要だと認識している。今後も現場の要望に合う作業環境を作るべく努力するつもりである。

このような移動足場の安全性に着目し、積極的に対応いただいた、静岡県沼津土木事務所、東京湾横断道路(株)、日本道路公団名古屋建設局の担当者の方々には誌上を借りて深謝するしだいであります。また当初より移動足場の開発に協力いただいている(株)三井三池製作所の関係者の方々にもお礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 清水, 田原: 橋梁用自走作業床を使用した鋼橋の補修工事例, 第3回鋼構造物の補修・補強技術報告会論文集, 日本鋼構造協会, 平成4年6月
- 2) 星野, 藤井, 吉川, 小島: RCプレキャスト床版の施工(八木沢高架橋), 宮地技報 No.11, 1995
- 3) 江藤隆男: 海峡部長大橋における局部補修塗装について, 第18回鉄構塗装技術討論会予稿集
- 4) 足場等自動化に関する調査小委員会: 足場等自動化に関する調査研究(第3報), 日本鋼構造協会, 平成8年3月

1997.10.31 受付