

橋梁特集—最近の橋梁の架設工法と維持管理機械—

長大橋保全用自走式作業足場の開発

—韓国永宗大橋，廣安大橋における事例—

秋山和夫

韓国では2000年に仁川国際空港の永宗大橋（全長4.2km）、2002年には釜山市の廣安大橋（全長7.42km）が開通した。両橋とも、吊り橋の両側にトラス橋が連なる長大橋であり、将来の保全作業に備えて橋梁の構造に応じた橋梁点検補修用作業車を設置している。

吊り橋の作業車は下面作業台の両側に作業用のプラットホームを有する側面フレームを備え、桁の全長にわたって走行するため、桁の下面と側面に接近できる。また、トラス橋の点検車は橋脚部を通過できる構造にしている。

本報文では、これらの作業車の構造や機能について述べる。

キーワード：橋梁，維持管理，メンテナンス，橋梁点検車

1. はじめに

橋梁点検補修用作業車（以下、作業車という）は、橋体の補修塗装の他、橋体に添架されている各種施設の点検、補修を安全、円滑に行うための自走式移動足場で、海上部の高所で過酷な条件に曝される長大橋の維持補修においては必要不可欠の施設である。

永宗大橋，廣安大橋という韓国長大橋の補剛桁点検車は、本州四国連絡橋の各種点検車の実績を反映しながら、更に、軽量化、多径間移動などの工夫を凝らしたもので、安全性、信頼性を確保しながらコストパフォーマンスの向上を図っている。

以下、これら点検車の設計概要について紹介する。

2. 橋梁の概要と作業車の種類

(1) 永宗大橋

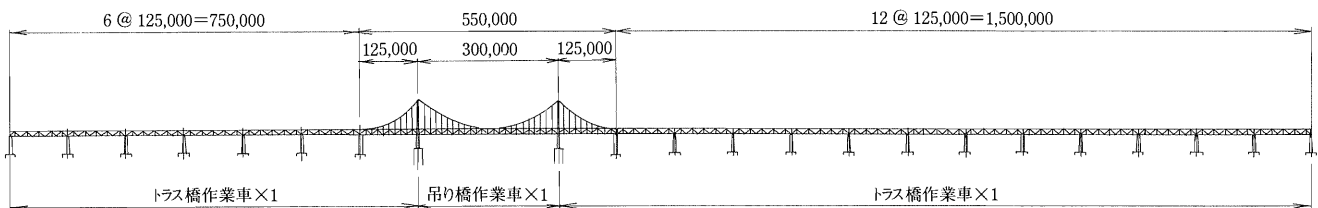
永宗大橋（写真—1）は、北東アジアのハブ空港を目指す仁川新国際空港とソウル首都圏を結ぶ高速道路



写真—1 永宗大橋（提供：（株）長大）

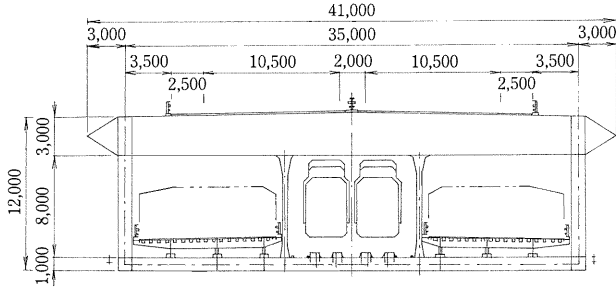
にかかる全長4.2kmの橋梁で、2000年に完成した。

作業車は、図—1に示すように、吊り橋（550m）と多数の短径間が連続するトラス橋（@125m×18径間）から成る海上部2.8kmの区間に設置され、吊り橋中央径間用が1台、側径間からトラス橋全域にかけての橋脚通過型のものが吊り橋の前後に各2台、合計2形式3台の構成である。



図—1 永宗大橋

構造は、図一2に示すように、最大幅41m（主構間隔35m）、桁高12mで、上は道路6車線、下は道路4車線と鉄道複線併用の2層デッキのワーレントラスである。

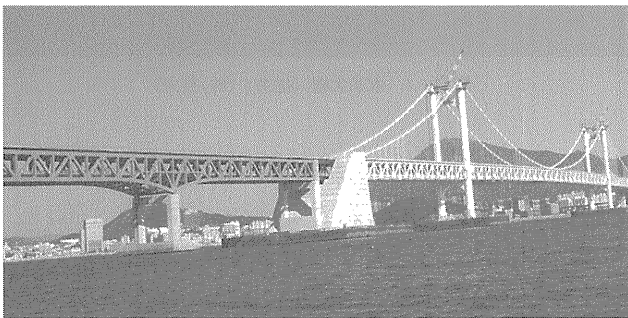


図一2 永宗大橋標準断面（吊橋）

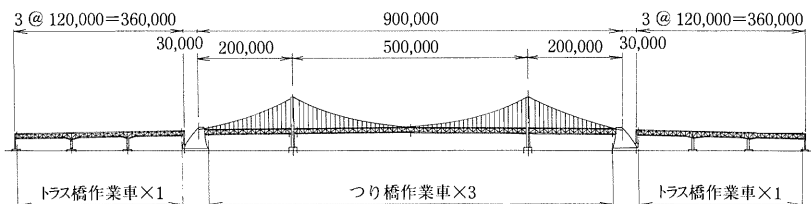
(2) 廣安大橋

廣安大橋（写真一2）は、北東アジアの海運物流拠点である釜山市が、広域交通システム計画の一環として2002年に建設した、韓国屈指のリゾート地である海雲台ビーチにかかる全長7.42kmの橋梁である。

作業車は、図一3に示すように、3径間900mの吊り橋の各径間に計3台、及びその前後に隣接する3径間360mの曲弦トラス橋に各1台（径間移動式）、合計2形式、5台が設置された。橋梁の構造は、上路、下路共4車線の自動車専用道路で、永宗大橋と同じ2層デッキのワーレントラスである（図一4）。



写真一2 廣安大橋（提供：釜山市）



図一3 廣安大橋

3. 作業車の設計条件

永宗大橋、廣安大橋の点検車に共通する設計条件は以下のとおりである。

(1) 点検車による接近範囲

(a) 橋軸直角断面

作業車は補剛桁の外面部材、即ち、両主構部材及び下路鋼床版を含む下面部材の全域に接近できることとする。作業車で直接接近できない下路鋼床版は作業車に移動式の昇降補助足場を搭載して行う。

なお、作業車で接近できない上路下面は、下路から高所作業車などの別途の手段による。

(b) 橋軸方向

主塔部の通過ができない吊り橋においては、径間毎に一体型の作業車を設置する。

多数のスパンが連続するトラス橋においては1台の橋脚通過型の作業車を設置する。

(2) 共通設計条件

作業車の設計条件は基本的には、本州四国連絡橋公団の「点検補修用作業車構造基準（案）」を準用した。

(a) 積載荷重

- 乗員：750 kg（10人）
- 機材：1,000 kg
- 合計：1,750 kg

(b) 風荷重等

- 設計風速：作業時 10 m/sec
停止時 16 m/sec
係留時 61 m/sec

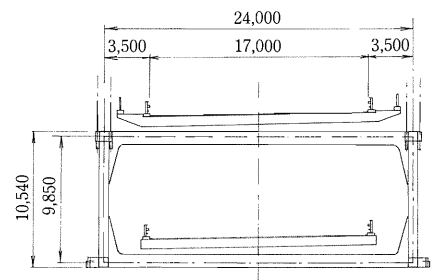
- 水平震度：0.14g

(c) 構造材質

構造部分の材質については普通鋼、ステンレス鋼、アルミ合金を適切に使い分けて軽量化を図る。

① 普通鋼

主構造部材に適用する。ただし、閉断面は内部から



図一4 廣安大橋標準断面（吊橋）

の腐食の恐れがあるため、形状は開断面とする。

② ステンレス鋼

ガイドレールを兼用する構造部材や閉断面で強度が必要な手摺りは耐食ステンレス鋼とする。

③ アルミ合金

溶接部分がない、又は溶接強度をあまり必要としない大量部材は軽量化のため耐食アルミ合金とする。床パネル、補助足場のケージなどに適用する。

(d) 動力源

ディーゼル発電機とする。トロリー給電方式に比べて設備費が安価であり、また燃料の補給は道路から容易に可能であるため本方式とした。

(e) 走行方式

走行装置の軽量化を図るため、各車輪、または走行トロリーは減速機付き電動機による全輪駆動とした。左右の移動距離の同調制御と装置の適切な製作管理により円滑な走行性能を実現する。

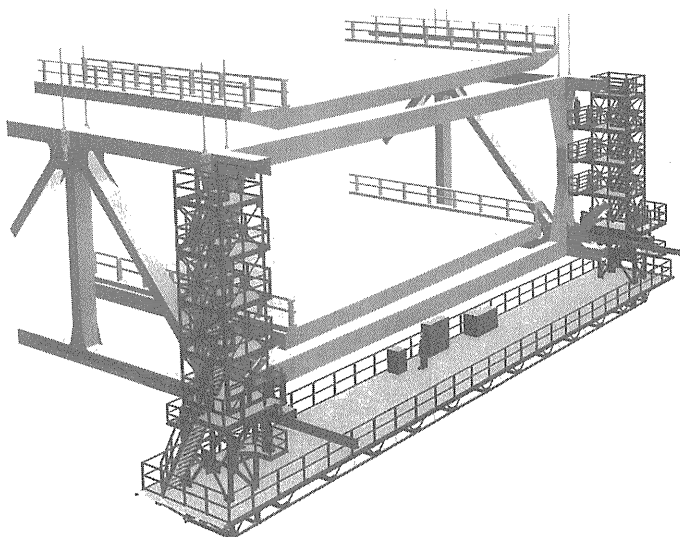
(f) 安全装置等

点検車は、レールランプ装置、係留装置、放送装置等を装備するほか、各種のインターロックにより、安全な運行を図る。

4. 作業車の構造

(1) 吊り橋用作業車

この作業車は、橋体の下面と両側面を取囲んで走行する一体型の作業車で、永宗大橋、廣安大橋とも同様の構造で、下面作業台と2台の側面フレームで構成されている。作業車の構造と仕様をそれぞれ、図—5、表—1に示す。



図—5 吊り橋用作業車（廣安大橋）

表—1 吊橋用作業車の仕様

		永宗大橋	廣安大橋
主要寸法	全幅	6,000 mm	5,000 mm
	全長	43,710 mm	32,380 mm
	全高	13,845 mm	13,935 mm
作業車自重		46.5 t	33 t
積載荷重		乗員 750 kg + 機材 1,000 kg	
構造材質		SS 400, SUS 304, アルミ合金	
走行装置	速度制御	5~30 m/min	5~15 m/min
	電動機	汎用インバータ V/F 制御 3.7 kW×4 台	1.5 kW×4 台
逸走防止装置		負作動レールランプ×2	
係留装置		手動ピン差込み方式×2	
ディーゼル発電機		60 kVA	35 kVA

構造形式としては国内長大橋の吊り橋用作業車と同様であるが、横トラスがないことと、下路からの接近手段が確保されているため、側面の昇降・伸縮式プラットフォームは設けていない。

下面作業台から直接接近することができない下路鋼床版の接近手段として、移動式の補助足場を下面作業台に設置している。

(2) 永宗大橋トラス橋作業車

吊り橋の両側に、吊り橋の側径間を含めてスパン 125 m のトラス桁がそれぞれ 13 スパン (1,625 m)、7 スパン (875 m) 連続する橋梁に適用する橋脚通過型の作業車である。作業車の構造を図—6、仕様を表—2に示す。

(a) 設計上の課題

- ① 橋体の最大幅は約 42 m あり、作業車は桁下面と主構部材に接近できること。
- ② 作業車は桁と橋脚中央部に設けられた比較的狭い空隙（約 24 m）を通過できること。
- ③ 作業車のレールは作業車の設計開始時点で既に製作が着手されており、左右のレール間隔は 10.4 m、かつレールの耐荷重から作業車質量は 60 t 以下の制約がある。
- ④ 作業車は橋軸方向伸縮部におけるレールの最大ギャップの約 750 mm を通過できること。

(b) 構造形式

橋脚通過を可能とするため、構造形式は次のとおりとした。

- ① 下面作業台は左右対称 2 段の均等伸縮構造とし、伸縮駆動はワイヤロープ 2 段掛けのウィンチ巻取り方式とした。
- ② 側面作業用プラットフォームは昇降ストローク 12 m の 6 段昇降足場とした。駆動は、多段ロー

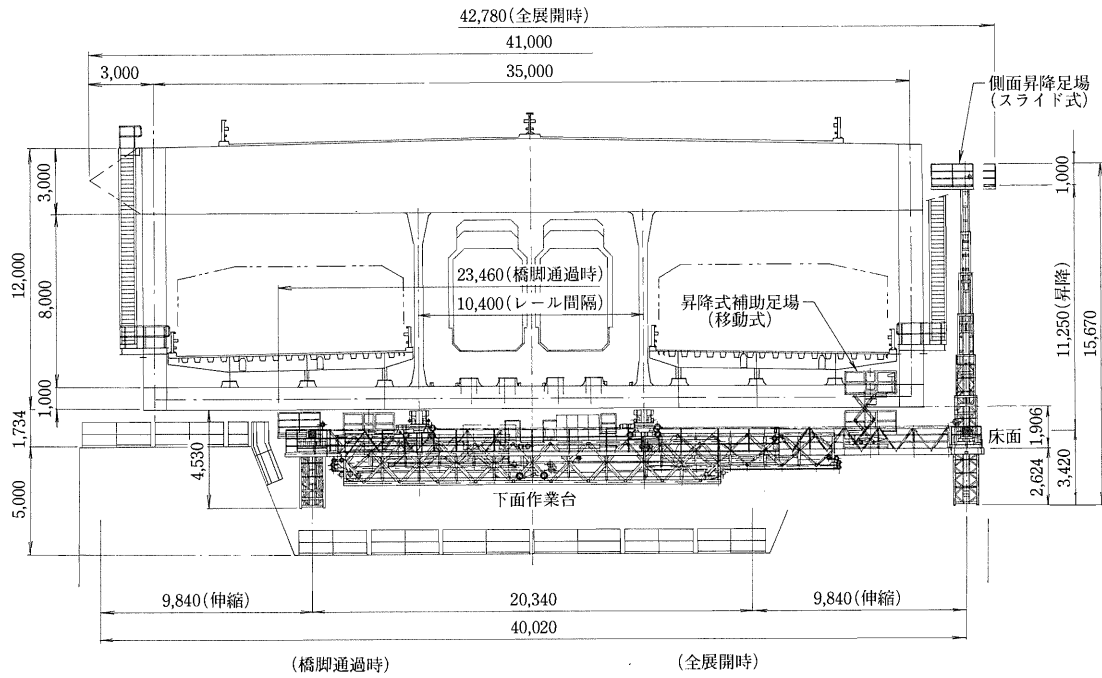


図-6 永宗大橋トラス橋作業車

表-2 永宗大橋トラス橋作業車の仕様

作業床寸法	6,500 mm(B)×21,900~41,600 mm(L)
作業車自重	57.2 t
積載荷重	乗員 750 kg+機材 1,000 kg
構造材質	SS 400, SUS 304, アルミ合金
走行速度	5~30 m/min
電動機	走行 3.7 kW×4 台 昇降 3.7 kW×2 台
逸走防止装置	負作動レールクランプ×2
係留装置	手動ピン差込み方式×2
ディーゼル発電機	60 kVA

プ掛け、ウォーム減速機電動機駆動である。

(c) レールギャップ通過対策

走行トロリーを、写真-3 に示すように前後各 2 台とすることで解決した。なお、2 台のトロリーは 1 モーターによる全輪駆動である。

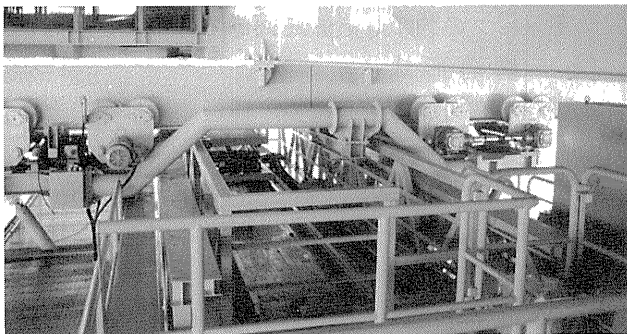


写真-3 永宗大橋作業車走行トロリー

(d) 側面プラットホームのたわみ

全展開時における風荷重による側面プラットホームのたわみは解析により予測はしていたが、搭乗者の心理的不安感を軽減するため、テンポラリーな振止めを装備すべきであったことが反省点である。

(3) 廣安大橋トラス橋作業車

主構の高さが変化する曲弦トラス桁用の作業車である。トラス桁はスパンが短いため、作業車は全スパンを移動できる橋脚通過型としてコストパフォーマンスの向上を図っている。構造を図-7 に、仕様を表-3

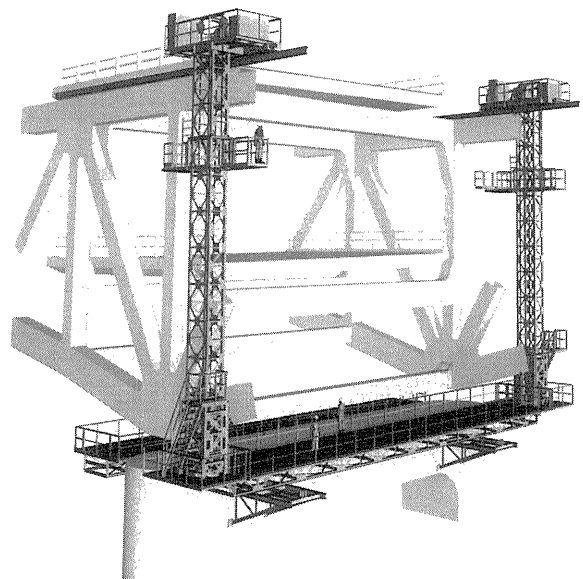


図-7 廣安大橋トラス橋作業車

表-3 廣安大橋トラス橋作業車の仕様

作業床寸法	4,000 mm(B)×26,450 mm(L)
作業車自重	38.5 t
積載荷重	乗員 750 kg+機材 1,000 kg
構造材質	SS 400, SUS 304, アルミ合金
走行速度	5~15 m/min
電動機	走行
	昇降
逸走防止装置	負作動レールクランプ×2
係留装置	手動ピン差込み方式×2
ディーゼル発電機	35 kVA×2

に示す。

(a) 構造形式

基本的には本州四国連絡橋瀬戸大橋の曲弦トラス橋作業車と同様の構造形式であるが、レールは主構上弦材の走行レールのみとし、下方は橋脚近傍の単独走行部分を除き、主構下弦材を直接ガイドレールとしている。

(b) 構造的特徴

- ① 左右2台の側面フレームとこれらに連結される下面作業台により構成され、主構の両側面と下面部材に接近できる。
- ② 橋体下部が曲弦形状であるため、走行中、下面作業台はその床面と橋体下面との離隔を常時、約2 mに保ちながら自動追従する。
- ③ 作業車は一体では橋脚を通過できないため、下面作業台は各径間に設置し、各々の側面フレーム

は個別に橋脚を通過し、全径間を移動する。

- ④ 側面フレームには主構側面全高にわたって昇降する前後スライド式足場を備え、主構の内側まで接近することができる。

5. おわりに

本州四国連絡橋全ルートをはじめとする国内長大橋におけるさまざまな橋梁点検車の経験を、韓国の長大橋プロジェクトに反映できたことは大変光栄である。

構造物維持管理の課題は、足場だけとっても長大橋を除いては大きな進展はなく、また施工の機械化、ロボット化といった高度技術はこれからの課題である。今後とも引続き、これらの技術開発に意欲的に取り組み、維持管理技術の発展に尽力する所存である。

最後に、韓国点検車のプロジェクトで、変わらず期待と信頼を寄せていただいた永宗大橋および廣安大橋の関係者各位に心より感謝する次第である。

JICMA

【筆者紹介】

秋山 和夫 (あきやま かずお)
株式会社技術開発研究所
代表取締役



大深度地下空間を拓く 建設機械と施工技術

最近の大深度空間施工技術について取りまとめました。

主な内容は鉛直掘削工、単円水平掘削工、複心円水平掘削工、曲線掘削工等の実施例を解説、分類、整理したものです。

工事の調査、計画、施工管理にご利用ください。

定価 2,310 円 (本体 2,200 円) 送料 500 円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289