

# セルフクライミング式大型インクラインの開発と実用化

馬久地 延 幸・村上 邦 夫・菅 原 尚 也

広島空港と中国横断自動車道尾道松江線とを結ぶ高規格道路の一部である空港大橋橋梁下部工は急勾配の傾斜地に建設され、掘削土砂及び資機材運搬のため大型のインクラインが計画されていた。インクライン走行架台は順次延伸され、最終移動距離は200mの設備となる。架台延伸期間は、架台延伸作業と他の土木作業も併進される必要があり、容易にしかも安全にセルフクライミングできるラックアンドピニオン方式を適用した。この方式は減速機付き電動モータを計4台設け、ピニオンが直結されている。ピニオンでピンラックを左右から挟込み、昇降する構造である。台車逸走時にはディスクブレーキで緊急制動する。

台車は軌道上の任意位置に停止することができ、台車上のクレーンを使用し杭打ち及び架台組立て作業を行う。

キーワード：ラックアンドピニオン、インクライン、安全、ディスクブレーキ

## 1. はじめに

広島空港と中国横断自動車道尾道松江線とを結ぶ高規格道路の一部である空港大橋を架設するための資機材を初め、掘削土砂運搬用のダンプやコンクリートミキサ車を運ぶインクライン設備が建設されている。本インクラインは、完成すると最大積載質量40t、昇降勾配角度34°、最大移動距離約200m、最高速度75m/minの資機材専用大型運搬設備となる。

インクラインはH型鋼で架設された架台上の軌道を昇降する。架台延伸作業は、インクライン台車上に25tラフタクレーンを積載し、ダウンザホールハンマにより杭を打設し、架台を下方から1スパンごとに組立てている。従来工法では最先端に巻上げ機を設置するか、あるいはリターンシーブを先端に配置して、巻上げ機を下方に設置する方法しかなかったが、架台の資材及び作業構台の資機材を搬入できる新しい昇降方式を開発・実用化したので、ここに報告する。

## 2. 工事概要

空港大橋は、広島空港と中国横断自動車道尾道

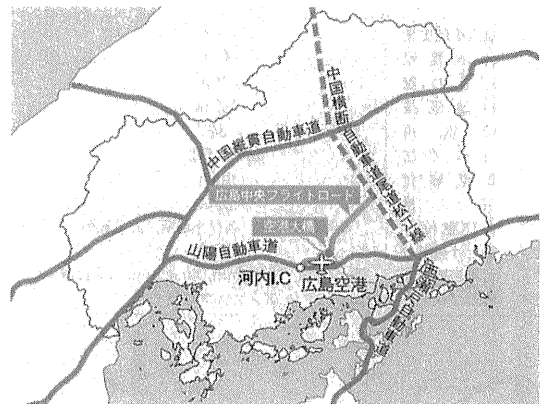


図-1 空港大橋架橋地点

松江線とを結ぶ全長30kmの地域高規格道路の一部である。図-1に空港大橋架橋地点を示す。清水建設・鴻池組・広成建設共同企業体はこの橋梁工事の内、左岸側下部工の施工を担当している。橋梁下部工は勾配34°~38°の傾斜地に建設されるため、工事で使用する油圧ショベル、ダンプトラック、生コンクリート車、移動式クレーン等の重機類及び鋼材、鉄筋、覆工板等の資材の運搬及び人員輸送のためにインクラインを使用する。

- ・工事名：主要地方道本郷大和線橋梁整備工事（空港大橋左岸側下部工）
- ・工事場所：広島県豊田郡本郷町大字船木

- ・工期：平成11年10月6日～平成16年12月28日（63カ月）
- ・発注者：広島県
- ・施工者：清水建設・鴻池組・広成建設共同企業体
- ・工事内容：作業構台4箇所、掘削工約36,000 m<sup>3</sup>、法面工約4,600 m<sup>2</sup>、深礎工26本  
 躯体工（橋脚工6基、コンクリート工約48,000 m<sup>3</sup>、鉄筋工約7,400 t）  
 インクライン設備工（40 t・30 t搭載）2基

### 3. インクライン設備

図-2の工事概要図に示すとおり、上段と下段

表-1 インクライン設備の主要諸元

項目	仕様
最大積載質量	40 t
台車質量	60 t
停止位置	4箇所
軌道延長	199 m
傾斜角	34°
台車寸法	14 m×6.5 m
軌条幅員	10 m
定員	20名
操作盤位置	巻室・台車上・各停止場所、計6箇所
巻上げ機出力	800 kW
台車運搬速度	75 m/min, 70 m/min, 60 m/minの3段階
緊急ブレーキ	ディスクブレーキ

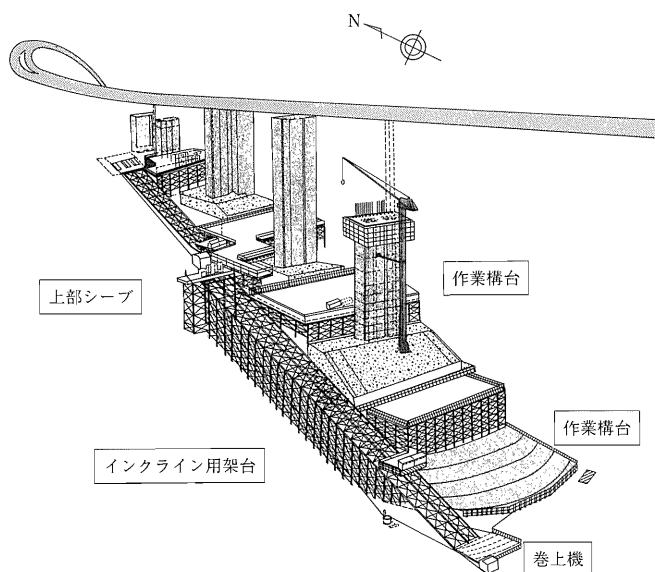


図-2 工事概要図

のインクラインにより各作業構台間の移動を行う。昇降機構を図-3に示すが、下方に巻上げ機を設置し、巻上げ機と台車とを上方に配置された上部シーブを介して、ワイヤロープで接続したものである。また、表-1にインクライン設備の主要諸元を示す。

### 4. 架設時昇降装置の開発

インクライン架台の架設はインクライン台車上から施工しており、架台を1スパン ( $L=6$  m) 架設すると台車を上方に移動する必要がある。この方法にはリターンシーブを盛換えていく方法があるが、工期短縮のため、簡易に移動できる昇降装置を開発した。

#### (1) 開発にあたっての条件

開発にあたって以下のような条件があった。

- ① 台車上にラフタークレーンを配置し、ダウンザホールハンマによる杭打ち作業を含むインクライン用架台架設作業を行う。
- ② 架台架設作業中、架台が1スパン完成するたびに、更に上方の架台を施工するため、台車昇降範囲を順次延伸できる。
- ③ 架台延伸に伴う資機材の搬入を本インクラインで行う。
- ④ 架台延伸作業と作業構台架設作業を併行する必要があり、重機等の運搬を行う。
- ⑤ 万が一、台車が逸走した際にも安全でかつ確実に台車を停止できる。

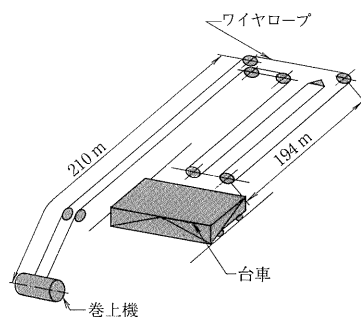


図-3 昇降機構

以上の要求項目を満足するために、台車が自力で昇降できる装置を検討し、ラックアンドピニオン方式によるインクラインを開発実用化した。

(2) ラックアンドピニオン方式の概要

図-4にラックアンドピニオンによるインクライン駆動部の概要図、表-2にその主要諸元を示す。

(3) 駆動部

本開発機「インクライン」は重機を積載する運搬台車の内側に、自力昇降のための駆動部を設けているのが最大の特長である。

駆動部には独立したピニオンを前後に6台（前後方向3台×2列）設置している。このピニオンで左右からピンラックフレームを挟込む構造である。ピンラックフレームとはφ70mmのピンを2列、140mmのピッチで配列しフレーム状に組ん

だものである。これをH型鋼で架設された架台中央桁上に配置する。ピンラックフレームの断面図を図-5に示す。

図-6、図-7にラックアンドピニオンによる駆動部を示す。6台のピニオンのうち、前方4台のピニオンには減速機を介し、それぞれ電動モータ(30kW)が接続されている。この電動モータを動かすことでピニオンが回転する。このピニオンが回転し、ピンラックに反力を取り、台車自体が昇降することができる。

また、後方2台のピニオンに増速機を介し、ディスクブレーキが取付けられている。インクラインが昇降する際、ディスクブレーキが接続されたピニオンはフリーに回転する。しかし、台車が逸走した際には、過速度検出器で台車運搬速度の130%を検出し、ディスクブレーキが作動する機構になっている。ディスクブレーキが作動するとそれに接続されたピニオンの回転が止まり、ピニオンがピンラックと噛合うことで台車自体を安全かつ確実に停止させることができる。

この駆動部と運搬台車部とはそれぞれ独立した構造であり、お互いの揺れが伝達されないように、ピン結合されている。また、駆動部は自重をピンラックフレームで支え、その上を昇降する構造になっているため、駆動部自体にも運搬台車部と同様に車輪、サイドローラ、バックアップローラが取付けられている。

表-2 主要諸元 (架設時)

項目	仕様
最大積載質量	35 t
台車質量	65 t
停止位置	任意
傾斜角	34°
台車寸法	14 m×6.5 m
軌条幅員	10 m
定員	20名
操作盤位置	台車上1箇所
巻上げ機出力	30/15 kW×4/8 P×4台
台車運搬速度	8 m/min, 4 m/minの2段階
駆動部減速比	1/345.1 (縮型遊星減速機)
ピニオン	P.C.D. 507.5 (11枚歯)
ピンラック	φ70 mm, ピッチ 140 mm
緊急ブレーキ	ディスクブレーキ

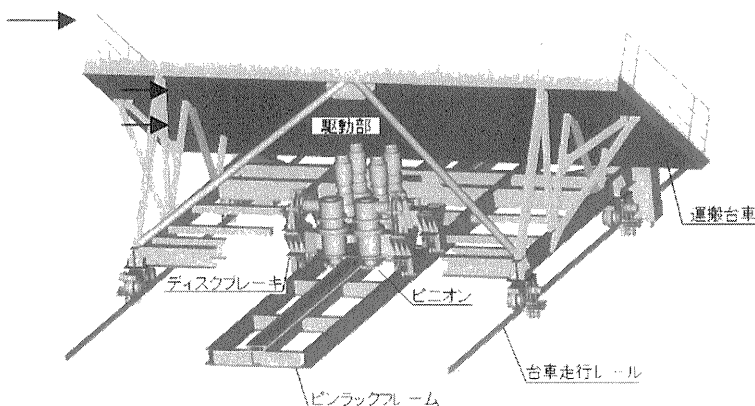


図-4 駆動部概要図

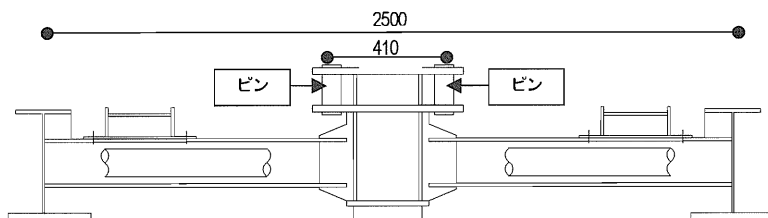


図-5 ピンラックフレーム断面図

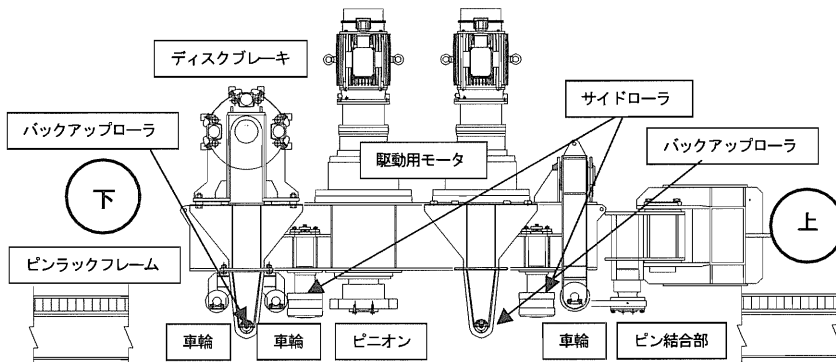


図-6 駆動部側面図

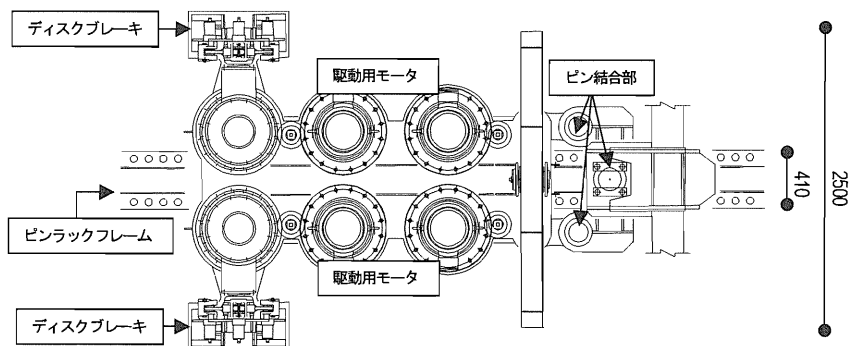


図-7 駆動部平面図

## 5. 効 果

インクラインの移動を今回採用したラックアンドピニオン方式による自力昇降としたことにより、以下のような効果を上げることができた。

- ① 台車はインクライン用架台上において、任意の場所に移動、停止することができ、作業性が向上した。
- ② 台車はインクライン用架台施工時においても、作業構台へ重機等を運搬することができた。

③ 他の盛替え方式に比べ、移動速度が速いため、所定の作業場所までスムーズに移動することができた。

④ 緊急時、ピニオンに取付けられたディスクブレーキを作動させることで安全かつ確実に停止することができる構造となった。

## 6. おわりに

今回、急勾配の傾斜地をラックアンドピニオンで自力昇降するインクラインを開発実用化したことで、架台架設中における作業効率を向上させる



写真—1 架台施工状況

ことができた(写真—1参照)。また、ディスクブレーキによる制動で台車を安全にしかも確実に停止させることができ、台車上における杭打ちを含むクレーン作業を支障なく安全に行うことができた。

今後は架台架設作業と併行して資機材の搬入を行い、構台架設や掘削工事の進捗を図るつもりで

ある。

最後に、開発・実証を共にやってきた三井三池製作所の担当者、ならびに採用にあたり、ご指導、ご鞭撻をいただきました関係各位の皆様に感謝の意を表する次第です。

J C M A

【筆者紹介】

馬久地 延幸(めくち のぶゆき)  
広島県空港地域整備事務所  
専門員



村上 邦夫(むらかみ くにお)  
清水建設・鴻池組・広成建設共同企業体  
所長



菅原 尚也(すがわら なおや)  
清水建設株式会社  
土木本部  
機械技術部



## 絵で見る安全マニュアル 〈建築工事編〉

本書は実際に発生した事故例を専門のマンガ家により、とても解いやすく表現している、新入社員の安全教育テキストとしてご活用下さい。

要因と正しい作業例

- ・物動式クレーン
- ・電動工具
- ・油圧ショベル
- ・基礎工専用機械
- ・高所作業車
- ・貨物自動車

A5版 70頁 定価650円(消費税込) 送料270円

### 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館) TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289