

## 2. 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

清水建設㈱：菅原 尚也

### 1. はじめに

空港大橋を架設するために資機材を始め、掘削土砂搬出用ダンプトラックやコンクリートミキサー車を運ぶため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「最大積載重量 40t」、「昇降勾配角度 34°」、「最大移動距離 約 200m」、「最高速度 75m/min」の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 ラフタークレーンを積載し、ダウンザホールハンマーにより杭を打設し、架台を下方から 1 スパンごとに組み立てていく。従来工法では最先端に巻上機を設置するか、あるいはリターンシーブを先端に配置して、巻上機を下方に設置する方法しかなかった。しかし、架台延伸作業中はこれらを盛り換える必要があり、盛替作業が作業効率を下げる原因となる。このため、架台延伸作業時においても架台の資材及び作業構台の資機材を効率的に運搬できる新しい昇降方式のインクラインを開発・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。当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、コンクリートミキサー車、移動式クレーン」等の重機及び「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 ヶ月）

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 36,000m<sup>3</sup>、法面工 約 4,600m<sup>2</sup>、深礎工 26 本

　　転体工（橋脚工 6 基、コンクリート工 約 48,000m<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

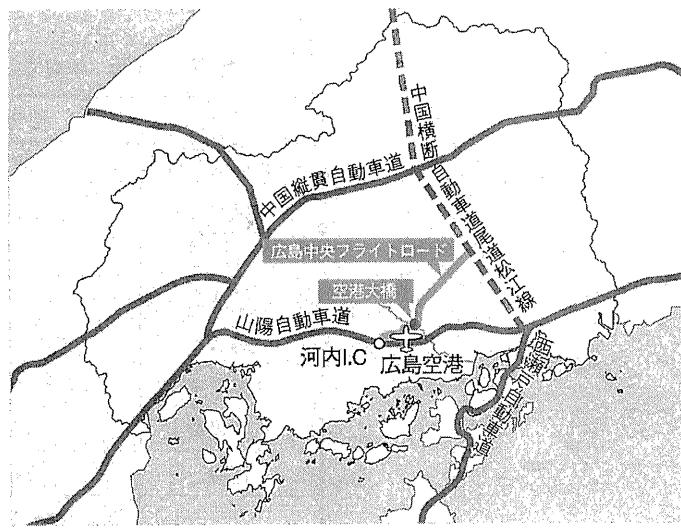


図-1 空港大橋架橋地点

### 3. 完成時のインクライン

図-2の工事概要図に示すとおり、インクラインは上段と下段の2基設置され各作業構台間の移動を行う。また、H型鋼で架設された架台上を昇降する設備であり、最終的には図-3に示す昇降機構となる。下方に「巻上機」を設置し、巻上機と台車とを上方に配置された「上部シーブ」を介して、ワイヤーロープで接続したものである。また、表-1に完成時のインクライン主要諸元を示す。

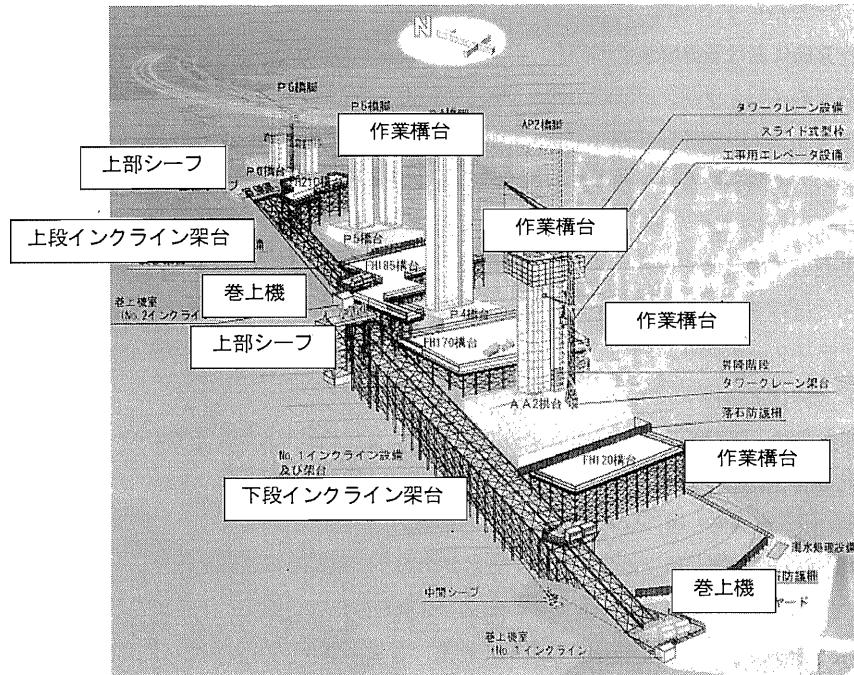


図-2 工事概要図

表-1 主要諸元（架台完成時）

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

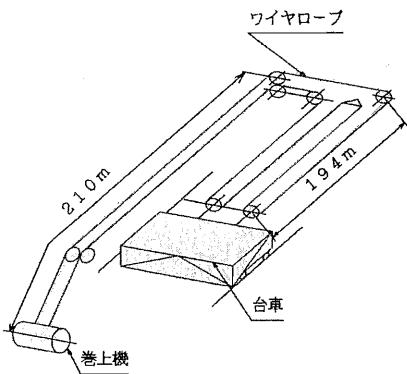


図-3 昇降機構

#### 4. 架台延伸作業における昇降装置の開発

最終設備としてのインクラインは前述の通りであるが、架台延伸作業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（水平距離 L=5m）完成すると台車を上方に移動する必要がある。この架台延伸作業時において、簡易に台車を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

開発にあたっては以下のようないくつかの条件があった。

- ① 台車上にラフターカーレーンを配置し、ダウンザホールハンマーによる杭打ち作業を含むインクライン架台延伸作業を行う。
- ② 架台延伸作業時、架台が1スパン完成する度に、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且つ確実に台車を停止できる。

以上の要求項目を満足するための装置を検討した結果、台車がセルフクライミングできる「ラックアンドピニオン方式」の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方式」インクラインの駆動部概要図、表-2にその主要諸元を示す。

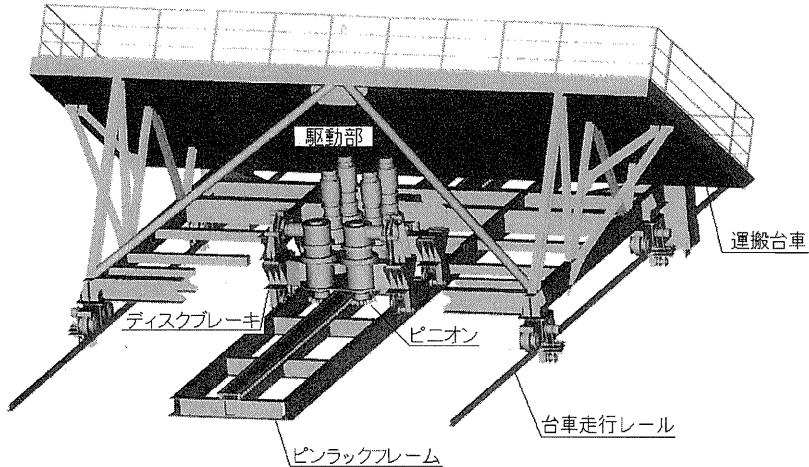


図-4 駆動部概要図

表-2 主要諸元（架台延伸時）

項目	仕様
最大積載荷重	35t
台車質量	65t
停止位置	任意
傾斜角	34°
台車寸法	14m × 6.5m
軌条幅員	10m
定員	20名
操作盤位置	台車上 1箇所
巻上機出力	30/15 kW × 4/8P × 4台
台車運搬速度	8m/min, 4m/min の 2段階
駆動部減速比	1/345.1 (縦型遊星減速機)
ピニオン	P.C.D 507.5 (11枚歯)
ピンラック	Φ70mm, ピッチ 140mm
緊急ブレーキ	ディスクブレーキ

### (3) 駆動部

本開発機は図-4に示すように重機を積載する「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徴である。

駆動部には独立したピニオンを前後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み込む構造である。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。

図-5にラックアンドピニオンによる駆動部側面図を示す。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、それぞれに電動モータ(30kW)が接続されている。この電動モータによりピニオンが回転すると、台車はピンラックに反力を取りセルフクライミングすることができる。

また、後方2台のピニオンには増速機を介し、ディスクブレーキが取り付けられている。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停止し、ピニオンがピンラックと噛み合うことで台車自体を安全且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、球面軸受を介し、ピン接続されている。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」「バックアッププローラ」が取り付けられている。

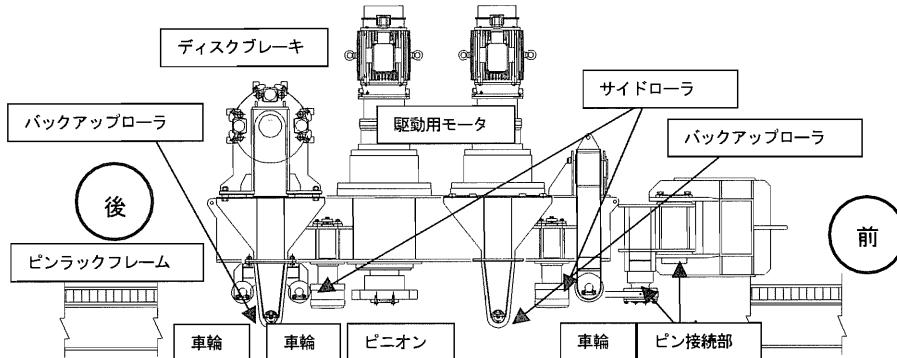


図-5 駆動部側面図

### (4) 架台完成時の台車改造

下段インクライン架台は35スパンである。架台完成時、台車にはワイヤーロープが接続され、インクラインはワイヤーロープ牽引力により昇降する設備となる。このため、台車に取り付けられた駆動用モータ、ピニオン、減速機は不要となり撤去する。

ディスクブレーキは「ワイヤーロープ巻上方式」に変更した際も台車側に残される。ワイヤーロープ切断時、台車を非常停止させるためである。

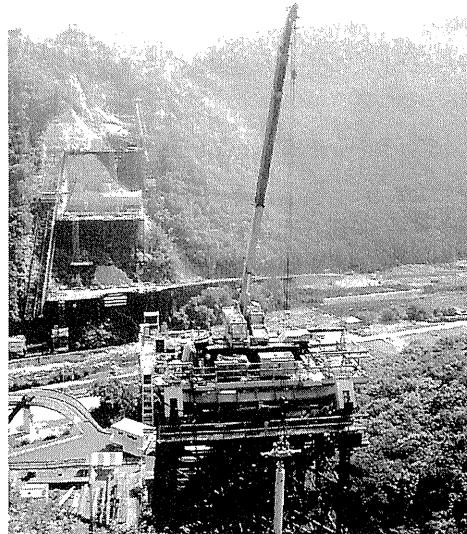
また、前方の駆動用モータ撤去跡には、更に一組のディスクブレーキを増設する。これは「ワイヤー

ロープ巻上方式」においては台車運搬速度が最高 75m/min と高速であるため、ブレーキ熱容量の問題を解決するためと、一方のディスクブレーキが故障した際にも、もう一方のディスクブレーキにより台車を安全に停止させるためである。

## 5. 効果

インクラインの昇降を今回採用した「ラックアンドピニオン方式」によるセルフクライミングしたことにより、以下のような効果をあげることができた。

- ① 台車はインクライン架台上において、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架台延伸作業時においても、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、ピニオンに取り付けられたディスクブレーキを作動させることで安全且つ確実に停止することができる構造となった。



写真－1 架台施工状況

## 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セルフクライミングするインクラインを開発実用化したことで、架台延伸作業時における作業効率を向上させることができた。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。

今後は架台延伸作業と併行して資機材の運搬を必要とする同種の土木工事にも水平展開が可能であり、用途の拡大も図っていこうと思っている。

最後に、開発・実証を行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。