

9. 急斜面に架設された「人荷共用多目的インクライン」の計画と実施

飛鳥建設 渋谷 武志

1. まえがき

このインクラインは、東京電力㈱が建設を進める中の沢発電所工事（長野県大町市）に於ける導水路、サージタンク及び水圧管路（立坑）工事に使用する急斜面での万能揚重機として計画したもので、その計画概要と実施結果を報告する。

2. インクラインの計画

(1) インクラインの採用

現地の条件及び使用条件は次のとおりである

① 現地の条件

a) 県道と高瀬川に面し、標高900mから1,200mの急斜面（最大40度平均36度）でしかも一定勾配でない。

b) 斜面は崖錐堆積層である（通常の基礎の施工に問題が生ずる。）。

c) 用地は中5mと限定を受けている。

d) 国立公園の特別地域に指定されており、立体的な工作物は制約を受ける。

e) 寒冷地であり（ -25°C ）、1mの積雪が予想される（積雪対策）

f) 仮設跡地の原形復旧が容易であること。

② 使用条件

a) 工程管理上、重量12tの荷物輸送が可能であること（掘削機-4,200t、生コンフリート-11,000t、ドーザーシヨベル・バッフハウ等の重機、バッテリーロコ・アジテーター等の坑内車輛、水圧鉄管及び支保工等の資材）

b) 人員の輸送が可能であること（導水路、サージタンク及び水圧管路工事の作業員等の徒歩通勤は不可能である）

c) 全延長の途中（上段作業坑）で停車可能であること（安全運転上無線制御が可能であること）
以上の外に、安全性が高く、かつ保守・管理の面で優れていることが万能揚重機採用の重要な条件となる。

ケーブルクレーン、インクライン及びケーブルフレーンと他の設備の組合せ等、種々検討を加えたが、多目的インクラインを開発することにした。



図-1 現場付近の断面図

(2) インフラインの設計

① インフライン設備の概要

インフライン設備は、図-2の通り次の各部より構成されている。ウインチ及びウインチ室、キャリヤーアンカー、インフライン台車及び軌道と寒冷時の軌道内融雪装置である。

② ウインチ

仕様：出力	300kW
巻上荷重	8,000kg
巻上速度	180%/min
常用ブレーキ	スラストブレーキ
非常用ブレーキ	蓄圧室油圧押しブレーキ
速度制御器	VS方式(制御範囲18~180%/min)
保安装置	過巻・過差リミットスイッチが深度計に設置、

速度開閉器(125%設定)、過負荷制御、制動油圧インターロックスイッチ、ブレーキシュー摩耗リミットスイッチ、減速区間速度検出リミットスイッチ、ワイヤーゆるみ検出スイッチ、油圧予備ポンプ装置

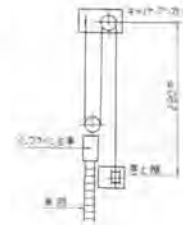


図-2 ウインチ設備

③ ウインチ室

ウインチ室は、限られた用地の有効利用を計り、ワイヤーロープ延長上で地下方式とした。屋外変電所工事用トレーラーがウインチ室上部通行可能なものとして設計し、鉄筋コンクリート構造とし、上部覆工は覆工板及びアスファルト舗装した。

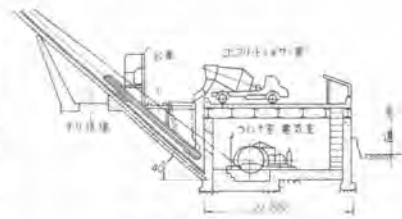


図-3 ウインチ室断面図

④ 軌道基礎及び軌道

軌道基礎の斜面は一定勾配でなく(最大40度平均36度)が崖錐堆積層であり、この崖錐層での切取安定勾配が地山表面の勾配と一致している為、斜面での地山の掘削は不可能と考えられ、又、インフライン台車の設計より軌道の縦断勾配変化の分岐角は6度以下の制約が加っている。

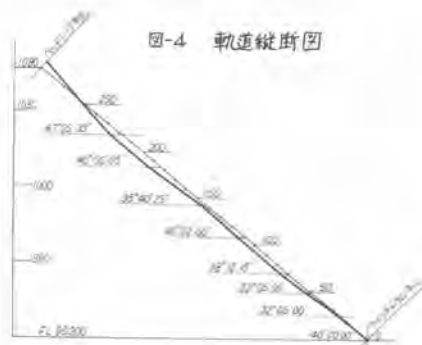
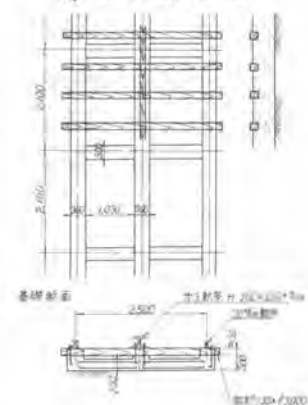


図-4 軌道縦断面図

図-5 軌道断面図



基礎工法については、鋼製栈橋工法、フリーフレーム工法等について、施工の難易性、経済性、工期、原形復旧法及び施工の精度等について検討を加えたが、以上の工法についてはそれぞれ問題があり、現場打の鉄筋コンクリート構造の格子枠工法を採用した。

⑤ インクライン台車

台車設計の条件として、運搬物は、重量・寸法・形状等各々大きく異なっているが、1日に何種類もの荷物を短時間に上下方向の運搬を可能にすることが第1であり、かつ安全性が高く保守が簡単であることが第2の条件である。形状・寸法の異なるものに対応するには、台車と2両連結方式とするのが有利と考えられ検討を加えたが、連結部の操作及び一定勾配でない斜面上の運行による危険性等を考慮し台車は1両として検討を重ね設計した。巻上機による被牽引重量は23.5t、積載重量12tとして台車は11.5tになるべく検討した。

運転席は運転手1名、乗員5名のクッション付長椅子で、登り方向に向って座位し、逆走防止爪作動時の衝撃から身を護る構造とする。碓ホッパーは、車体後部に設けゲートはスライドゲートで2台連動のパワーシリンダーによって開閉させ、碓詰りの無いよう全中が開く構造となっている。

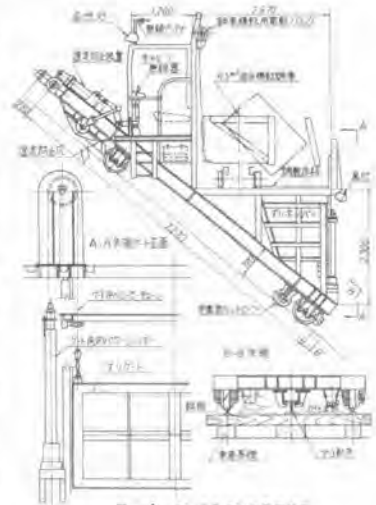
上段作業坑で4.5m鋼車を台車に搭載する場合は、台車を過巻させ、軌道内に設けた車道ストッパーを作動させる。その後台車を徐行で巻下し、ストッパーで支持した後、台車上のレールにより鋼車を搭載する。鋼車は4エーンブロックによって転倒させホッパーに碓を放出する。重機・資材等を搭載する場合は、このホッパー口の上部を鋼製床版で覆工した。車輪は軌道の起伏や軌道継手部により発生する蛇行や脱線を防ぐため、

つば車輪で特につばの厚さ高さを増した。コンクリートを積載時には、別途に製作したローラーゲート式のコンクリートホッパーを碓ホッパー内に挿入し、コンクリート運搬専用とした。

インクラインの安全装置は、電気的なものと機械的なものに分けられるが、前者は過速防止にフリーで巻上機に装備した過速制御装置により、後者について、台車逆走時の台車の安全装置は、巻上機ワイヤーロープの切断及び過速時台車の非常停止装置として、軌道枕木に爪(重量1t)を落下させ減速停止する方式とした。この爪は、ワイヤーロープ切断時に自動落下すると同時に台車上の運転者が手動操作出来るよう設計した。インクライン台車走行範囲は急勾配であるので、爪落下時には後輪を支点として台車前部が持ち上る偶力が発生するため、軌道中央にH型钢による第3軌条を敷き、台車のガイド金物が常に第3軌条のフランジを捉えて走行して、非常時の台車の転倒と脱線防止を計画した。

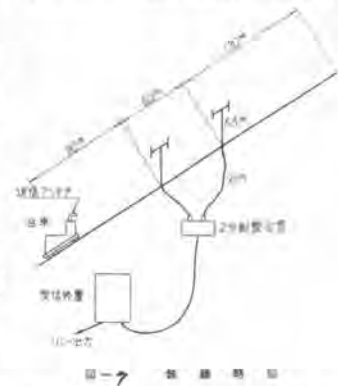
⑥ 運転制御方式

インクラインの運転は、通常ウインチ室に行っているが今回のように(1)用地中が5mと制限を受けており境界線と台車との空き間が小さい。(2)走行範囲は屋外で、しかも大木の林の中である(3)寒冷地である上に積雪が1mある。(4)台車への積載物が形状・寸法が一定でなく種々雑多である。(5)走行範囲は一定勾配でなく崖錐堆積層である。(6)走行範囲の途中で積み卸しを実施する等の条件を考慮すると、台車の走行時には常に運転者が軌道内を注意して外的な危険要素の発見に努めるのと同時にワイヤーロープ、軌道状態の観察を無くしては台車の安全運転は確保出来ない



と判断して、台車上で運転者が無線にて遠隔操作出来る運転制御方式を開発することとした。遠隔方式に何らかのトラブルが発生した場合に備えて、ウインク室内で手動によって運転出来る直接方式も併用することとした。

遠隔方式は、インクライン台車に設置してある操作制御盤で運転者が操作するよう設計した。台車の制御器からFM波が台車のアンテナを通じて発射され軌道の途中に設置した地上アンテナでキャッチし、中間増幅器で電圧強度を上げ同軸ケーブルでウインク室内の受信機に送り込まれる。受信機で電波を選別（巻上・巻下、1ノッチ・2ノッチ）し電動機の制御を行う。制御器の操作ハンドルは巻上・巻下共各1・2ノッチとあり、巻上・巻下1ノッチでは10%速度、2ノッチでは100%速度とした。この



際、急激に2ノッチにハンドルを進めても加速用タイムリレーにて円滑な速度制御が出来るよう設計した。また、減速領域に全速運転で突入した場合、インジケータに取付けてある減速開始用リミットを作動させ、減速用タイムリレーで10%速度に自動的に減速を行い停止点で停止するに、減速中の中間速度もチェック出来るよう設計した。

⑦ 軌道敷融雪装置

軌道敷の防雪設備は、スノーシエーター方式が考えられるが、インクライン台車・運搬物の形状・寸法が一定でないので出来る限り軌道敷内はフリーとした。次の融雪方法の面からも検討した。(1) 蒸気 (2) 温風 (3) 温水 (4) 熱線 (5) 遠赤外線ヒーターと5種類について検討したが、工費、保守管理、運転経費の面で遠赤外線ヒーターが有利と判断して採用した。遠赤外線ヒーターは、遠赤外線が1.5~4.5ミクロンの長波を有する電磁波の一種で光と同速度で進み、空気中を透過して物体に当たると熱に変換する原理を利用したものである。軌道両側にレール面より1.5mの位置に遠赤外線ヒーターを設置する。

3. インクラインの実施結果

インクラインの工事は、計画通りの施工で昭和53年8月完成、試運転にはチェックリストにより細部に亘って点検実施したが、ほとんどトラブルもなく、そのまま本格運転に入り昭和54年8月、ちょうど1ヶ月が経過した現在、掘削礫4,200㎥、生コンクリート5,500㎥、その他重機・資材についても当初計画通り使用目的を果し、順調な運転を続けている。

従来、インクラインは荷物の運搬目的に重宝を置いて計画し、使用されてきており、古くから（明治初期より）数多くの施工例が見られるが、インクラインによる事故例も数多く見られ、インクラインを使用した経験者はインクラインは危険なものという固定観念をいだいている人も数多いと思われる。今回、これまでに例のない急斜面に人荷共用の多目的インクラインの計画・実施にあたっては安全対策を第1目標とし、又実施に当たっても計画通りの施工を、又日常点検を初めとする管理体制の確立によって、現在迄無事故で運転を続けられている。土木工事等の仮設の揚重機としてインクラインをもう一度見なおしてもいいと思う。