

【技術ノート】

登竜橋旧橋撤去工事

Removal of Existing TOURIYUU Bridge

島辺政秀*
Masahide SHIMABE

中世古稔**
Minoru NAKASEKO

龜田宏**
Hiroshi KAMEDA

1. はじめに

本橋は、東京都の奥座敷と言われている西多摩郡奥多摩町の山中にあり、付近一帯は秩父多摩国立公園に属している。近くには、鷹ノ巣山とか、川苔山のハイキングコースや、天然記念物に指定されている日原鐘乳洞があり、春、秋の行楽シーズンには家族連れや、若いハイカーでぎわっている。

旧橋は、当社が昭和36年9月に施工したもので竣工後24年しか経っておらず、実橋として充分機能するが、取付け道路の付換えが行なわれて不用となつたため撤去されるものである。

橋面下は、急峻な谷が日原川へと落ち込んでおり、日原川は、五日市町を流れる北秋川と共に多摩川の流れとなって東京湾にそいでいる。

施工は、行楽客のとだえた冬場に行なわれたが、隣接の付換え道路がバス路線となっている為、現道の全面交通規制は不可能であり、また施工工期が大変短かく解体工法の選定に苦慮した。

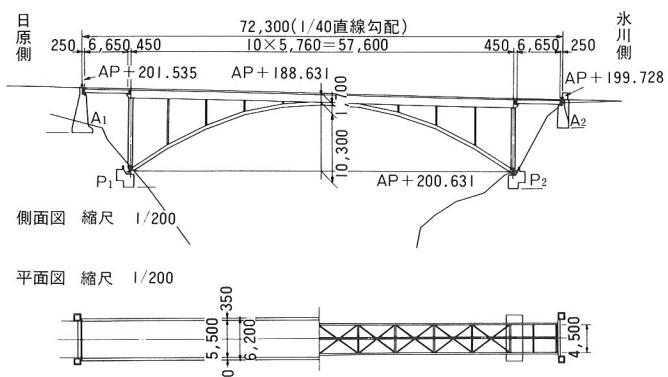


図-1 一般図

2. 工事概要

施主	東京都西多摩建設事務所
工事名	登竜橋旧橋撤去工事
工事場所	東京都西多摩郡奥多摩町日原地内
路線名	一般都道日原鐘乳洞線（第204号）
工期	自 昭和60年1月18日 至 昭和60年3月29日
型式	2ヒンジ上路ランガー桁1連 単純鉄筋2連
橋長	72.3 m
支間	6.65 m + 57.6 m + 6.65 m
有効幅員	5.5 m
鋼重	約100 t
示方書	道路橋示方書 昭和31年版
施工範囲	上部工一式解体撤去
解体工法	床版 大型ブレーカーによるブロック切断 橋体 クローラークレーン使用のカンチレバー撤去工法

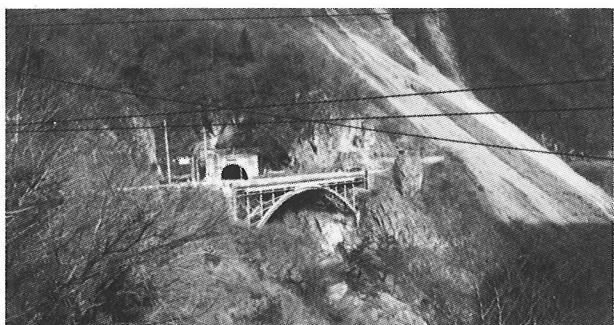


写真-1 施工前全景

3. 解体工法の選定

(1) 現場条件

本橋の現場条件は、次のようにある。

- a) 現場までのルート調査の結果、搬入可能なトラッククレーンは、油圧の20t吊りホイールクレーンクラスまでであった。また新橋より旧橋氷川側への進入路はカーブがきつく幅員も3.5mと狭い為普通クレーンの現状のままでの進入は不可能である。
- b) 橋梁下の沢地形は、急峻で日原川へと落ち込んでいる為ベント等の設置は不可能である。
- c) 新橋付近の交通規制は、片車線規制が可能である。
- d) 新橋のトンネル側（氷川側）親柱及び旧橋の日原側にある道路標識、カーブミラー、ガードレールの一時撤去は可能である。
- e) 日原側パラペット後方には、電柱と埋設ケーブルが有り、移設は時間的な問題もあり困難である。

(2) 解体条件

本橋の解体時条件は、次のようにある。

- a) 床版コンクリートの取り毀し塊は、産業廃棄物処理場へ搬出する。
- b) 鋼製部材については、スクラップ処理とし搬出可能な大きさに切断し搬出する。
- c) 解体重機等による騒音規制の適用は受けない。

(3) 工法の選定

a) 床版の解体

床版の解体工法には、大きく分けて二つあり、一つは床版コンクリートを大型ブレーカーにて細かく破壊し全て橋面下に落下させ後にトラックターショベル等の重機で回収する工法。いま一つは、床版を搬出可能な大きいブロック（1.5t～2.0t）に切断し、そのまま処理場へ搬出する工法である。2案を比較すると、表-1のようになる。

表-1 床版解体工法の比較

	橋面下の使用許可条件	鉄筋の回収	処理場の受入れ許可	搬出トラックの積載効率	粉塵等の環境問題	騒音問題	工期	工費
打ち落し工法	得にくい	可能	得意	悪い	多い	多い	短い	安い
ブロック切り工法	得意	不可能 (処理場で再度割ると費用増す)	得にくい	良い	少ない	少ない	長い	高い

本橋では、国立公園内であることも考慮しブロック解体工法を採用するとともに、小さなコンクリート塊も橋面下に落下しないよう全面板張り防護工を設置した。解体はコンクリート塊の搬出が容易なように日原側端支点より氷川側へと片押しにて進めた。

解体重機は、大型油圧ブレーカー（0.3m³用）にて床版をブロック切りし、20t吊りホイールクレーンにて

ダンプトラックへ吊り込み搬出した。

尚、床版解体に合せてランガー桁部の縦桁解体も平行して行ない、ランガー桁のカンチレバー移行時の発生水平力を減少させ、アンカー規模の小型化に努めた。



写真-2 床版解体作業状況

b) 橋体の解体

上路式ランガー桁の解体工法として、一般的に考えられるものには、表-2のようなものがある。

本橋の解体工法の選定においては、架設工法と同じケーブルエレクション工法を採用するのが比較的容易と考えられた。しかし、現在の交通規制条件、地形条件を考えると施工困難であること、ベント設置が行なえないこと、現場搬入路が狭いこと、工期が短かい為仮設備を出来るだけ使用しない工法であること、等を考慮してカンチレバー解体工法を採用した。

解体重機には、20t吊りホイールクレーンでは作業半径が確保出来ない為、簡易トラベラクレーン（パワーリーチ 1t吊り）を補剛桁上に設置することを考えていたが、作業の安全性、作業効率のより向上を図る為クローラークレーン（50t吊り）に変更した。

現場へのクローラークレーンの直接搬入は、道路状況より困難である為、クレーン部とキャタピラ一部材に解体し、11t積みトラックにより搬入し現場で再組立てを行なった。

表-2 橋体解体工法の比較

解体工法	工期	工費	備考	本橋への適用
① ブロック切り工法	90日	12万/t	安全性に優れる工法が簡単	×
② 落橋工法	80日	7万/t	安全性に劣るスクラップ処理	×
③ ケーブルエレクション直吊工法	120日	15万/t	仮設備費大きい工期が長い	△
④ ケーブルエレクション斜吊工法	110日	14万/t	仮設備費大きい工期が長い	△
⑤ トラッククレーンカンチレバー工法	85日	12万/t	仮設備費少ない全体工期が短い	◎

4. 解体工事の概要

(1) 解体手順

本工事の全体解体計画図、解体要領図を図-2、図-3に示す。また、解体作業手順は図-4のようであり、写真-3に解体作業状況を示す。

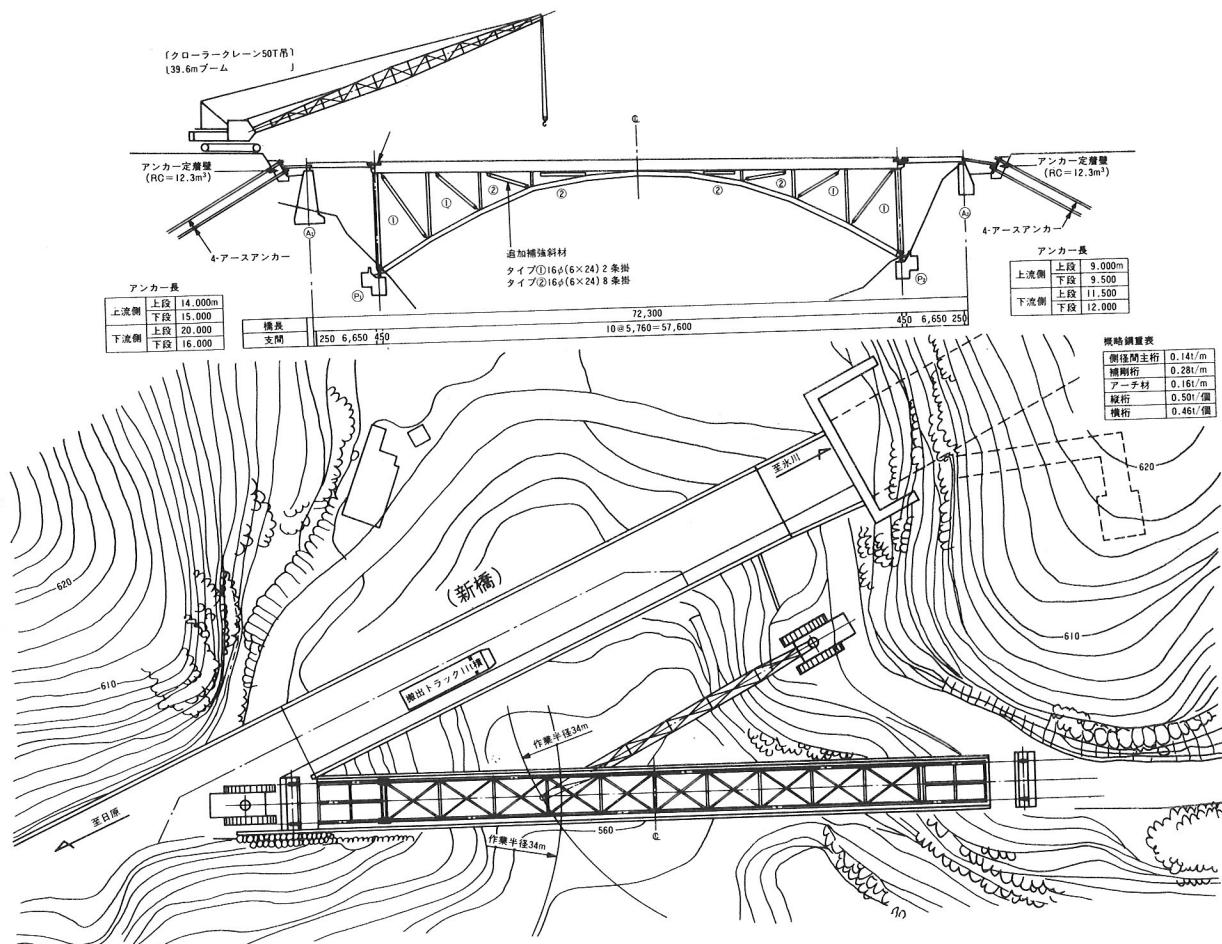
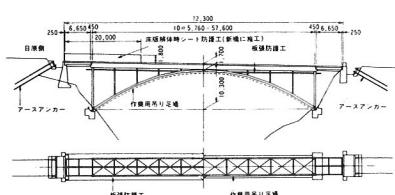


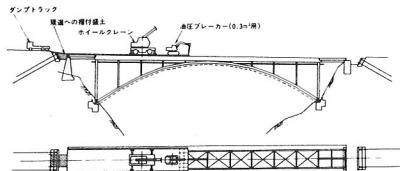
図-2 全体解体計画図

①作業足場・防護工アースアンカーの施工



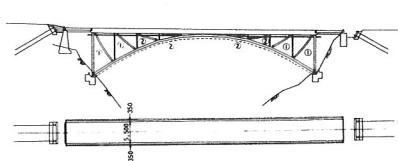
②床版の解体・縦桁撤去

- a) 床版は油圧ブレーカー、コンクリートブレーカーにてブロック切りを行なう。
- b) ブロック切断した床版は、20t吊りホイールクレーンにてダンプトラックに積込む。
- c) 床版解体に合せて縦桁、高欄をガス切断し解体する。



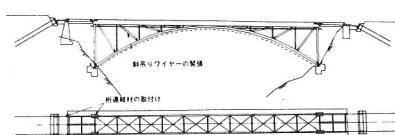
③補強斜材取付

- ランガーハンプ部に補強斜材を取付ける。



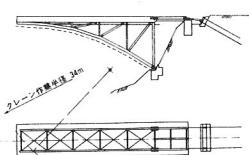
④補強斜材の緊張・桁連結材取付

- 補強斜材ワイヤーの緊張及び側径間主桁とアースアンカー、補剛桁と側径間桁の連結を行なう。



⑤橋体の解体(氷川側)

- a) 支間中央部よりガス切断にて解体する。
- b) 作業足場、防護工は、桁の解体に合せて撤去して行く。



⑥橋体の解体(日原側)

- 日原側にクレーンを回送後、支間中央部より解体作業を進める。

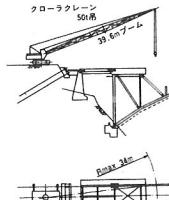


図-3 解体要領図

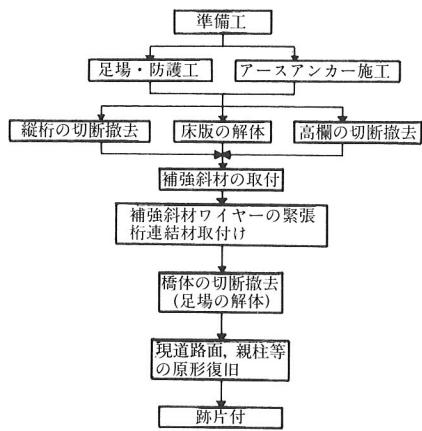


図-4 解体作業手順



写真-3 解体作業状況

(2) 橋体切断順序

a) アーチクラウン部

解体工事における留意点と対処をあげると
① 部材に内部応力が入っている為切斷作業時に切斷部材が予想外の方向に変形する場合がある。特にアーチクラウン部の切斷時は、構造形がプレストアーチよりカンチレバートラスへと変化する為、橋体上下変形、左右変形が最小となるように考え、アンカーブロックと橋体は剛体で連結し水平方向の移動や横荷重に対する左右変位が最小となるようにする必要がある。

② 部材切斷作業の進行に合せて、切斷済み切斷線間隔が橋体のたわみ等の変形で詰まり切斷作業能率を低下させないような切斷順序にすることである。

③ 解体作業に合せて作業足場も解体されて行く為、作業に伴う落下物や火花に対する防護工が設置可能な解体順序とすることである。

本橋のクラウン部解体順序を図-5に示す。

主構の急激な変形を防止する為、図-7のように補剛桁位置に油圧ジャッキを挿入するとともに、左右変位対策として先端よりトラワイヤーを上下流側に張った。

b) 中間部

中間部の切斷順序については、図-6に示す通り部材

の上方より下方へと作業を進め、作業足場の確保、切斷火花による防災対策が取り易いように、また、切斷部材のクレーンによる吊り込みが容易なようにした。

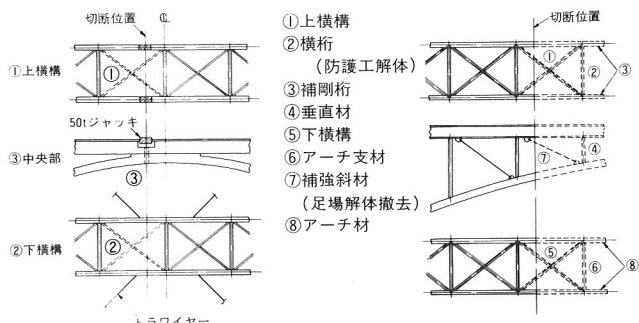


図-5 クラウン部切斷順序

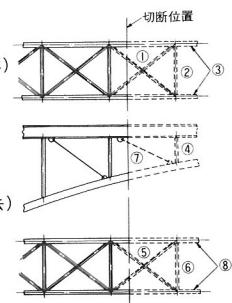


図-6 中間部切斷順序

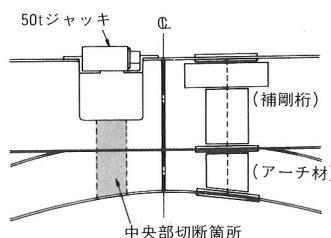


図-7 クラウン部切斷要領

5. 解体時の応力検討

橋体中央部切斷後は、カンチレバープラットトラス構造となる為、施工時の部材応力検討を解体ステップに従って行なった。検討に当っては、昭和31年度版道路橋示方書に準拠した。

最大カンチレバー時の解析スケルトンを図-8に、部材断面力を表-3に示す。

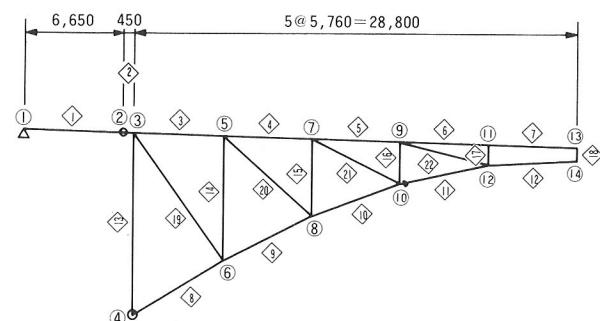


図-8 スケルトン図

表-3 部材断面力

名称	部材番号	着目点	軸力(t)	- 支点反力集計表 -		
				支点番号	水平反力(t)	鉛直反力(t)
追加斜材	④	③	4.001	①	-31.075	1.386
	⑤	⑤	4.546			
	⑦	⑦	9.471			
	⑨	⑨	17.479			
				④	31.075	25.620

6. 仮設材の検討

(1) 桁連結材

カンチレバー時の発生水平力をアンカーに伝える為、補剛桁と側径間桁、及び側径間桁とアンカーブロックを連結材にてつなぐ。連結材は、H型鋼を使用して引張、圧縮両方に抵抗できるようにして、橋体解体時の荷重変動による橋体振巾が最小となるよう配慮した。

連結材と橋体との添接は、F10T高力ボルトを使用したが許容応力度の算定は、ボルトのせん断又は、支圧にて決定し（摩擦耐力を使用せず）橋体塗装のはく離手間を省いた。

(2) 追加斜材

追加斜材は、引張部材なので鋼棒か、ワイヤーを使用するのが一般的である。本橋では、作用張力の大きさ（4t～17.5t）と、現橋への取付において現場加工が少なくて済み経済的となるワイヤーを使用した。

使用ワイヤーは、 $16\phi(6 \times 24)$ としワイヤー1本当たり張力が3t以下になるよう繰込み数を決定した。繰込みワイヤーには、橋体中央部切断前にプレストレスを導入し、カンチレバー形状時の変形量が少なくなるよう考慮した。

(3) アンカーブロック

水平力抵抗アンカーの決定に当っては、現場条件よりコンクリートブロックアンカーの施工は困難と判断し、アースアンカーを採用した。施工形式は、バウアーアンカーワーク法で安全性を考え設計は極限抵抗力の約67%のプレストレスを導入することとした。（安全率1.5）

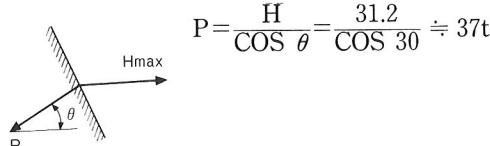
a) 設計概要

設計荷重 $P_D = 50\text{ t}$

アンカーダイアグ角 $\theta = 30^\circ$

定着層 風化岩

アンカーベン数 日原側、氷川側各4本 計8本



$$P_u = \frac{P}{(\text{アンカーベン数})} \times \text{安全率} \\ = \frac{37}{2} \times 4 = 74\text{t}$$

ここに P ; 作用張力

H ; 作用水平力

P_u ; 極限抵抗力

また、アンカーベンは、極限抵抗力に対し4倍の安全率を取ることとした。

b) アンカーダイアグ長

$$\ell_e = \frac{P_D \cdot F_s}{\pi \cdot d \cdot \tau}$$

ここに ℓ_e ; アンカーダイアグ長

P_D ; 設計荷重 (50t)

F_s ; 安全率 (1.5)

d ; アンカーダイアグ (115mm)

τ ; 周面抵抗力 (6.0 kg/cm^2)

(4) 作業足場及び防護工図

作業足場の構造を図-9に示す。また作業足場の組立には作業の安全性と、能率向上を考えて写真-4のようなオバーフェンスクリーンを使用し、足場チェーン、親ごとパイプの取付けを行なった。

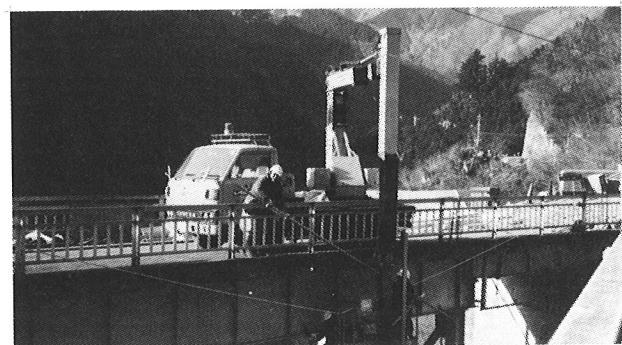


写真-4 作業足場組立状況

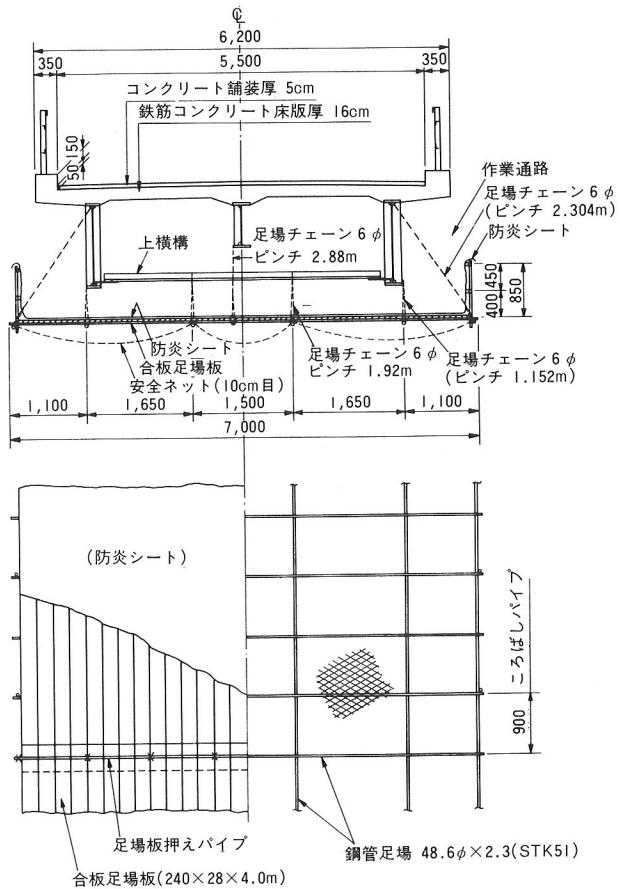


図-9 作業足場構造図

7. 施工管理

(1) 橋体解体時の変位

a) クラウン部切断時

橋体クラウン部切断時の桁の鉛直変位、水平変位、面外変位量を表-4に示す。

表-4 桁変位量

(単位:mm)

	計算値	上流側	下流側
鉛直変位	21	14	13
水平変位	2	5	5
面外変位	0	20	20

面外変位はトラウイナーの張力アンバランスの影響と思われる。

b) 解体段階における鉛直変位

各解体段階における鉛直変位量を、補剛桁上フランジ位置で測定した。最大変位量は、斜吊りワイヤーを取り除いた時で20mmの上昇であった。

(2) アースアンカーの張力管理

アースアンカーの張力管理としては、セメントペースト(早強)注入後5日間の養生を取り、確認試験、引張り試験を行なった。

引張り試験は、左右岸各1本を行い、10tのプレロードの載荷後設計荷重の1.2倍の60tを試験荷重として荷重-変位曲線図を作成し、その変形特性より設計耐力施工の合理性、安全性を確認した。

確認試験は、引張り試験を行なわなかったアンカー全てについて行ない、10tのプレロード載荷後設計荷重の50tを試験荷重として載荷し、2分間放置後変位量に異常がないことを確認した。

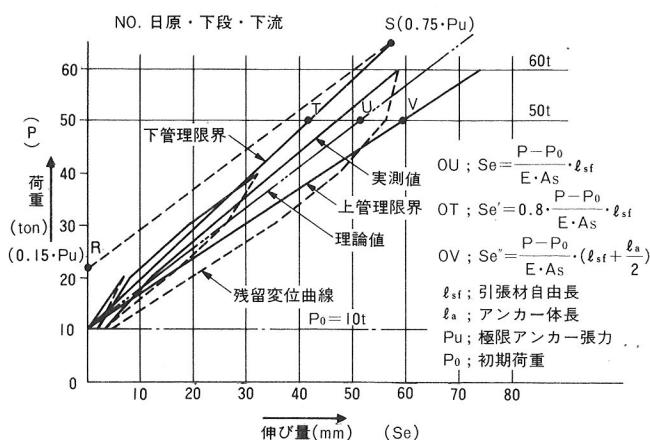


図-10 鋼線変位曲線図

(3) 工程

作業工程表を図-11に示すが、観光地であり、冬期間のみで作業を終了する必要から工期が大変短かく設定されている為、輻輳作業が多く出来るよう工法の選定、工程計画を行なった。

工種	年・月			
	1月 15 18 21 24 27 31	2月 3 6 9 12 15 18 21 24 28	3月 3 6 9 12 15 18 21 24 27 31	
橋体部				
準備工	● 4			
右岸(日原側)				
進入路整備	● 7	● 12 7	● 12 7	● 4
左岸(氷川側)				
橋体工			● 2	● 2
アンカーアンカーワーク				
養生				
張力導入				
高欄、床版撤去工		● 15	● 15	● 15
足場防護工	● 20			
桁補強斜材				
取付工		● 15	● 15	
張力導入				
桁撤去工				● 15
原形復旧				
跡片付				● 15

図-11 工程表

8. あとがき

近年橋梁の老旧化が進み、補修工事も増加しているが工事費、耐用年数より考えて明らかに補修工事が不利と判断される場合は架換えとなる。

本橋は、老朽化による解体ではなかったが、今後益々多くなると思われる橋梁の解体工事について、部材をスクラップ処理する場合は特に安全性が高く、能率的、経済的解体工法を、新規架設工事とはまた違った考え方で選定が行なわれなければならない。

今回採用した工法は、当初現場施工条件より大型クレーンの使用が不可能と言うことで、トラベラクレーンによる解体工法を考えたが、工期的な問題、安全面、交通規制条件の変更等が有り急ぎよ大型クレーンの採用となつた。

大型クレーンの使用を前提として計画すれば、ランガーハンガー端柱を利用した斜吊り工法も行なえ、補剛桁の解体を先行することにより、アンカー作用水平力の減少が可能と思われる。

最後に、本工事について多くの助言をいただいた西多摩建設事務所の方々及び工事関係各位に、紙面をもってお礼を述べるとともに、本報告が今後の解体工事に何らかの参考となれば幸である。