

鋼橋架設用機材設計上の注意問題

横河工事KK ○高岡司郎

〃 広田和彦

まえがき

最近橋梁の分野において現場架設が話題にあがることが多くあった。これはいろいろな原因が考えられる。まず設計や製作は過去の実績や電子計算機の応用による計算省力化の結果、架設の面へ力を入れる余裕が出来てきたこと、橋梁の規模が大きくなり架設を考慮した設計を行う必要が出てきたこと、事故(特に人身事故)に対する責任が厳しく追求されるようになりそれに対処する必要がある等の原因が考えられる。このうち架設を担当する者にとっては、どうすれば事故なく経済的に架設するか一着の問題点であるが、そのためには出来るだけ軽量で、取扱いが容易な機材を設計することが重要である。

架設用機材としては一回限りの使用を考えた設計するものと、最初から転用を考えた設計するものとに分けられるが、バント、鉄塔、架設桁、平造機等は後者と考えると設計されているのが普通である。前者の一回限りの架設機材は必要后断面があれば、それはそのまゝ価値のない物となるのであるから、設計にあつては荷重の決め方、安全率の決め方、計算方法、構造の決定は綿密に行う必要がある。後者の転用を考えた架設機材の場合、おのずと設計上の着目点が変わり、輸送、取扱い、組立等が容易な機材を作ることとを主眼とする必要がある。

架設用機材設計の考え方

転用を考えた架設用機材を設計する際は、架設計画、製作、輸送および現場作業を考慮し、安全で経済的で取扱いが容易な機材としようと考えなければならぬ。

架設計画の面からは、機材をさまざまな条件で使用するためバランスのとれた耐力があり、適当な組合せによってより大規模、より耐力、大きい構造物となりうる構造が良い。

製作の面からは、入手が容易な材料を使い高度な技術や、機械を必要としない構造でなければならぬ。転用を考えた機材は在庫がなくとも急に製作する必要が生じることもあり、一般に市場に出まわっている材料で設計しておくべきである。また架設用機材は橋梁本体のゴトク設備、技術の整った工場で作ること稀で、設備、技術がある町工場で製作されるため、簡単な構造で、出来さだけスミ肉溶接を用いる設計でなければならぬ。

輸送の面からは、単体の大きさはトラック輸送出来る断面寸法、新断面であり、積み重ねが可能で構造でなければならぬ。

現場作業の面からは、単体で据え付けた時に安定が良く、組立が容易な構造でなければならぬ。現場継手とフランジ継手にした場合、安定性、組立作業性が良く、スプライン継手に比べて単体

の重量が重くなるが、それ以上のメリットがある。また組立作業中にはどうしても乱暴に扱うため板厚の薄い材料の使用は避け、部分的な損傷が出ることも考えなければならぬ。

以上機材設計上の留意点を述べたが、要約すれば、次のようになる。

- 一般に出回っている材料を使うこと。
- 溶接はスミ肉溶接も出来るだけ採用すること。
- 組合せ可能な構造であること。
- 部材長は最大で10m程度におさえ、組立時の荷扱いが難に出る長さにおさえること。
- 単体重量は大型の機材で5t以下、数多く使う機材は1t以下におさえること。
- 組立作業、防錆を考え、現場継手は出来るだけフラッシュ継手が良い。

表-1 所有機材諸元表 (その1)

機材名	断面構成	使用材料	耐力	組立方法	
				長さ方向	横方向
バント (A)	H 形鋼	H-200X200X8/2	(H=5mにおお2) 45t	フランジ継手	山形鋼を使用
" (B)	山形鋼組合せ	4-L 90X90X10	(H=5mにおお2) 81t	"	溝形鋼を使用
鉄塔 (A)	山形鋼組合せ	4-L 150X150X12	1基当り (H=25.5m) 134t	スプライス継手	横梁使用 (トラス構造)
" (B)	箱断面	8-C 300X90X10 4-L 150X150X12	1基当り (H=46m) 276t	フランジ継手	"
" (その他)	板・山形鋼組合せ	6-L 150X150X12 2-PL 750X12 1-PL 500X12	1基当り (H=30m) 206t	"	"
	山形鋼組合せ	4-L 100X100X13	1基当り (H=25m) 43t	スプライス継手	"
架設桁 (A)	I断面 (L-IL付)	2-□ 50X50 2-FLG-PL 300X14 1-WEB-PL 200X10	MR=475t ^m SR=320t	"	山形鋼による支材横構
" (B)	I断面 (L-IL付)	2-□ 50X50 2-FLG-PL 400X25 1-WEB-PL 1150X9	MR=418t ^m SR=166t	"	"
架設トラス	上弦材 H形鋼 (L-IL付) 下弦材 斜材 アンガル	弦材 □ 50X50 H 250X250X8/16 斜材 2-L 100X100X10 垂直材 2-L 90X90X7	MR=689t ^m SR=50t	"	"
手延機	山形鋼で構成したトラス	弦材 H 200X200X8/2 斜材 L 125X75X10 垂直材 L 150X90X9	MR=298t ^m SR=35t	"	支材 山形鋼 横構 丸鋼

転用を考えた架設用機材の事例

当社は転用を考えた架設用機材を標準化してきたが、そのうちの代表的なものを取出し、前記の架設用機材の設計の考え方のつとまりとめをものを表1に示す。

といふれについてその考え方、特徴を次に述べてみる。

バント(A): 1本のH鋼の両端にプレートと溶接したもので(図-1)、小規模な支保工に使用している。このバントはH鋼をうまく利用しているため、材料の手配や製作が容易で断面寸法のわりに耐力があり、各部とも肉厚があるため少々乱暴に扱っても損傷が

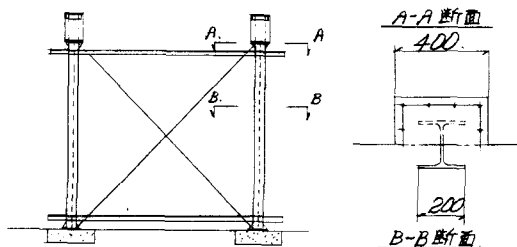


図-1 バント(A)

所有機材諸元表 (その2)

単 体			備 考	
断面寸法	長 さ	重 量		
200×200 (400×400)	2, 3, 4 m	267 kg (l=2m)	バント不行受部含まず	
450×450 (650×650)	1, 2, 3, 4, 5, 6 m	825 kg (l=6m)	"	
500×500	5m 500 (max)	968 kg (max)	重量は1基当り23t (l=25.5m)	
600×420 (800×620)	7m 720 (max)	4400 kg (max)	" 92t (l=46m)	
780×700 (1000×900)	5m 2 (max)	3648 kg (max)		
500×500	5m (max)	1547 kg (max)		
2128×300	5, 7 m	2153 kg (l=7m)	重量は2基構で	0.77 t/m
1300×400	5, 10 m	3035 kg (l=10m)	"	0.98 t/m
2736×250	2.5, 5, 10 m	2966 kg (l=10m)	"	0.7 t/m
2100×200	6 m	1169 kg	l=32m 重量は11.6t	

なく、単体重量の最大が270kgで小型のクレーン車で置くのみで組立が出来る等の利点がある。フランジ継手のため組立がやりやすく、横方向の継ぎもH鋼のフランジ面を利用することで簡単な構造となっている。このベントは10~20t/本の荷重状態で使われる場合が多い。

ベント(B): マングロ(L-90X90X10) 4本をタイプロードでモット正方形に組合せ溶接したもので(図-2)、いろいろの支保工に使用されている。このベントは断面寸法が大きいので自立させた場合すわりが良く、また組長比が小さいため高い支保工の場合も耐力があり、H鋼ベントと同じく肉厚があるため少々乱暴に扱っても良く、単体重量の最大が825kg/本で小型クレーンで組立が出来る等の利点がある。組立上からはフランジ継手のため組立やすく、横方向の継ぎも四面が同一規格であるから面組みは勿論、立(軸)組みも容易である。このベントは20~50t/本程度の荷重状態で使用されることが多い。

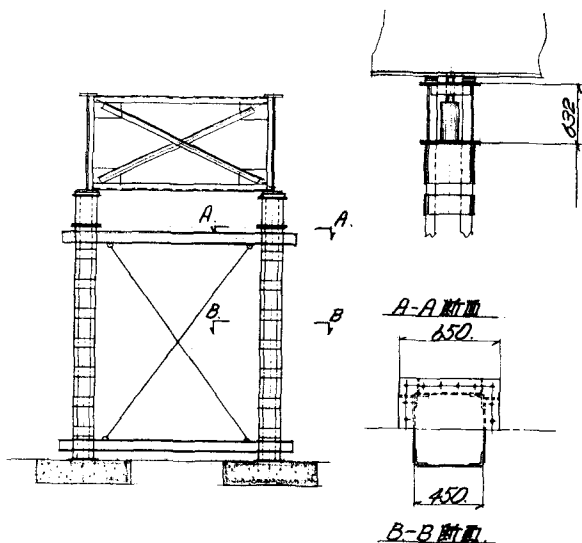


図-2 ベント(B)

鉄塔(A): 山形鋼(L-150X150X12) 4本をタイプロードで正方形に組合せ溶接し、塔柱に、溝形鋼、山形鋼を組合せトラス構造に溶接した横梁を2段に配置したラーメン構造の鉄塔である(図-3)。

この鉄塔は断面寸法が大きいので組長比が小さくなり重量の割には大きな耐力がある。塔柱および横梁の現場継手はボルトを使用したスプライス継手で、塔柱と横梁の取合は二面からなる横梁主構を塔柱の内面から止めたみボルトで止め、二面の横梁主構間はタイプロードをボルトで止めている。単純構造の部材を組合せたラーメン構造であるため現場の作業性は非常に良い。

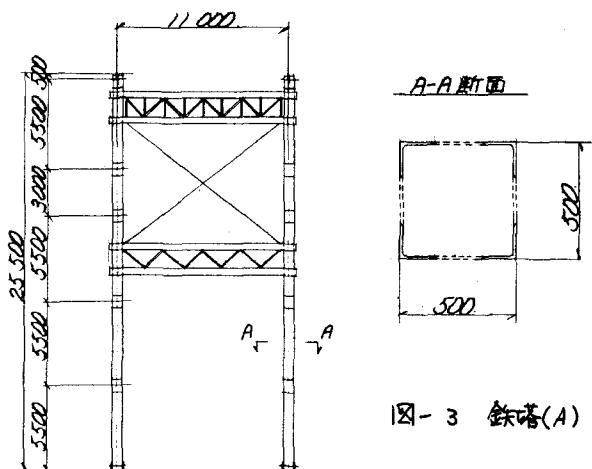


図-3 鉄塔(A)

ケーブルクレーン用鉄塔に使う場合はラーメン構造のまま使うか、吊り下げ工法用鉄塔の場合は作用軸が大きい等と考え、横梁間に対して傾斜を設けて使うこともある。

架設桁： 図-4に示すごとくA型、B型の二種を使っているが、単位重量がほとんど同じで、耐力はA型の方が大きい。ためほとんどA型のみを使い、周囲の条件より高さを制限されている場合にB型を使っている。

架設桁の断面をみると上下フランジの真中にレール(50X50角棒鋼)を溶接しているが、これは架設桁の上下両面を走行させたり、ローラーの上に乗せて架設桁を引出す時に使用するもので、レール分を含んだ断面計算を行っている。また現場継手位置でのボルト穴除による断面減少およびレールのスプラインが出来る点による断面減少を避けるためその部分だけスプライン箇所だけフランジ幅を拡げている。

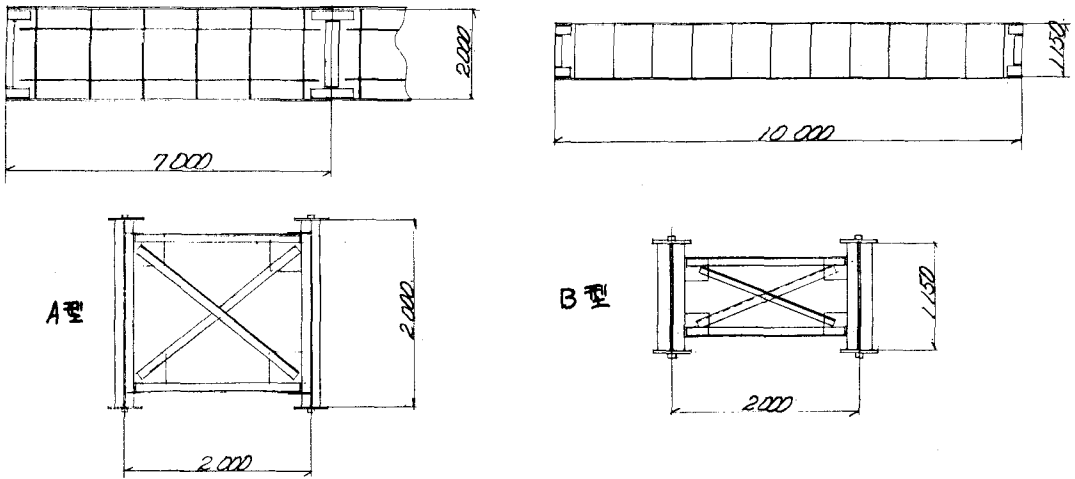


図-4 架設桁

架設トラス： 図-5に示すごとく上下弦材にH形鋼(250H)、垂直材、斜材に山形鋼を使つてトラスを組んでいる。トラスの型式はワーレントラスであるが、弦材の格間曲げ応力をおさえるため格間に垂直材と設け耐力の増加をはかっている。また架設桁と同様に上下弦H鋼にはそれぞれレール(50X50角棒鋼)を溶接してあり、台車の走行、ローラー上を引出し等に使うとともに、現場継手はスプライン継手であるが、H鋼フランジ幅を拡げることで標準断面と同じだけの継手部の断面を確保してある。トラス腹材の現場継手方法としてはその部分だけをフルウェブ構造にしてスプライン継手と、両方のトラスの

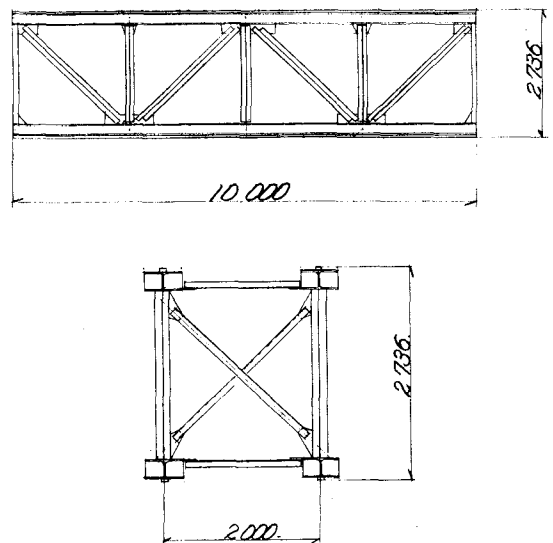


図-5 架設トラス

端部に垂直材を設け互いにボルトでつづる方法があるが、端部の剛性が高く、スプライスの数が少なくて良い等の利点から垂直材をボルトでつづる方法を採用している。架設トラスは架設桁に比べ、腹材の耐力が高く、台車走行時の格差間曲げ応力も低く、曲げ耐力が高いが、風に対する受圧面積の小さいため長径間の使用で安定感がある。

手延機： なるべく重量を軽くする目的で主構は形鋼を組合せたトラス構造で、支材は山形鋼と、対傾構、横構はターンバックルとレンダ丸棒(22φ)を用いている。手延機に作用する力は先端ローラー到着前のキャンパレバー状態では負のせん断力、負の曲げモーメントであり、先端ローラー到着後の状態では正のせん断力、正の曲げモーメントであるが、前者に比べ後者の作用力が大きいことが普通である。そのためトラスの骨組は正のせん断力、正の曲げモーメントを考慮して設計し、キャンパレバー時にあっても耐えるだけの断面構成としている。

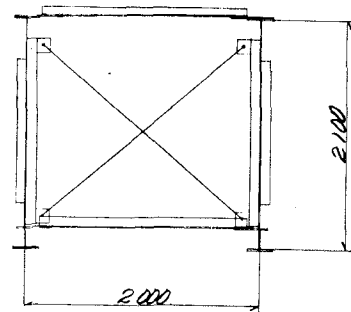
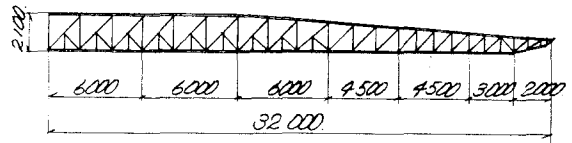


図-6 手延機

近年は引出す桁の規模が大きくなり、現在ある手延機では耐力が不足し、架設トラス、架設桁と手延機の一部(基部)に使用する架設が多くなった。

手延機を桁端に取り付ける一番簡単な方法は、桁端のフランジ、ウェブに少数のボルト穴を

あけ手延機を直接スプライスする方法であるが、これはボルト数が限られ250cm程度のスプライスしか出来ない。それ以上の強度を要求される場合や、手延機高と桁高が違う場合は桁端を延長して手延機と取合いの出来る断面に変化させた連結構を介してスプライスし、引出し後は所定の位置でカットする方法が良い。また手延機の幅は引出す桁の幅に合わせて支材、対傾構、横構を新作するのが構造上、経済上から好まれている。

将来の方向

当社所有の代表的機材についてそれぞれの特徴を述べたが、今後の課題点として、二、三述べてみる。

耐候性鋼材の使用： 大型機材の現場スプライス継手は橋梁等と同じように高力ボルトを使って摩擦接合にするが強度上からいろいろなデメリットがある。しかし転用を考える場合は、維持補修のためどうしてモスプライス箇所を塗装する必要がある。摩擦接合として設計するのは困難であるし、また摩擦接合として設計した場合スプライス部の防錆の問題点がある。このような問題の解決方法として

耐摩耗鋼材を架設用機材に使うのも一案であらう。

新しい形鋼の使用： 形鋼は肉厚の薄いものから厚いものまでさまざまな製品が新しく開発されてきているが、それらの形鋼をうまく利用すれば加工度の低い製作が可能となり、経済的な機材を作ることが出来るであらう。

架設用機材としては以上述べた種類の他に、ウィンチ等の機械類、クレーン類、大型橋梁架設用特殊機材等があるが、それらについてお感じしていることを二三述べてみる。

機械類： ウィンチ・ジャッキ等の架設用機械類はあまり使い慣れている作業員があらうにちうと移動させるから使用するため、工場で使われる機械に比べ、特に頑丈なものではない。

クレーン類： ジブクレーン、トラヤスクレーン、トラバークレーン、ケーブルクレーン等、一般の架設用クレーンは各現場ごとに組立て、解体を繰り返すため、組み、ばらしの簡単を構造にしなければならない。またクレーンの巻上げ速度、旋回速度、移動速度等は工場内のクレーンよりスピードは必要ない。スピードがあれば、かえって危険であるから、小型のモーター類を使つてスピードを落とす力を出させ、出来るだけ経済的なものを作るのが良い。

大型橋梁架設用特殊機材： 一般の架設用機材を設計する場合にさまざまな橋梁の架設に転用出来ることを考慮して設計するが、大型橋梁架設用特殊機材の場合は転用出来る橋梁は限られてくるため橋梁以外のものに転用する相手を求め設計する必要がある。もしそうでない場合は高価な機材が一回限りの使用でスクラップとなって不経済である。

その他

架設用機材を設計する際、具体的な留意点を述べてきたが、その一つの問題点「耐力」について述べてみる。

耐力表： 架設計算を行う場合、使用する機材の耐力表があれば計算の量が少なくて済む、作用力と耐力との比較値とあるため安全に對して広い視野で見ることが出来るようになる。転用と考へた機材では予想される使用状態に對しての耐力表を必ず添付しなければならない。

耐力の減少： しかし機材を長年にわたつて使用すると、乱暴な扱いによつて局部的に変形を生じたり、錆や摩耗によつて断面が減少したり、降伏耐力限度を越えた状態で使用されることもある等と考えると、機材は当初の耐力以下になることは当然である。その対策としては、耐力減少の量をみ定めるとはほとんど不可能であるから、耐用年数や耐力回数を決めておきそれに達したものは廃棄処分する等を考へる必要がある。

あとがき

鋼橋架設時の安全率については

「鋼橋架設時の安全率は橋梁本体と架設機材の二つに分けて考へる必要がある。何故なら橋梁本体に

フリでは落橋させてはならないことは勿論、架設後は長期にわたって、その用を存する必要があるため、架設時に発生する永久歪みは絶対に避けなければならぬ。よって安全率の決定もそれと考慮したものとされる。しかし架設機械については、落橋させないこと、橋梁本体に永久歪みと残さない程度の変形内にあること、4人兵を守りさえすれば、架設機械自体の永久歪みはある程度認められる」と言っているが、乱暴であらうか？

表-2 架設用クレーン設計仕様 (例)

クレーン使用 仕様	クレーン 仕様	移動三脚クレーン		移動三脚クレーン		ポータブルクレーン (27m)		トラバラー クレーン		特殊巻上機 (27m)		塔付 ジブクレーン	塔部 クレーン
		50HZ	60HZ	50HZ	60HZ	50HZ	60HZ	60HZ	50HZ	60HZ	60HZ	60HZ	60HZ
巻上機	サイクル数	50HZ	60HZ	50HZ	60HZ	50HZ	60HZ	60HZ	50HZ	60HZ	60HZ	60HZ	60HZ
	荷重(kg)	25,000	25,000	7,500	7,500	2×5,000	2×5,000	2×40,000	2×35,000	2×35,000	23,000	2×40,000	
	速度(m/min)	3.3~4.7	3.9~5.6	10.4~13.4	12.4~16.0	13.8~17.8	16.6~21.3	4.5	0.5	0.6	5.5	3.8	
	ロープ径	20φ (6×37)	20φ (6×37)	16φ (6×24)	左同	18φ (6×24)	左同	32φ 115(36)	25φ 6×Fi(29)	左同	20φ 6×Fi(29)	22.4φ (6×37)	
	掛数(本)	8	8	4	左同	3	左同	4	6	左同	5	8	
	ロープ径(kg)	3,600	3,600	2,000	左同	1,740	左同	10,400	6,070	左同	4,600	5,500	
	ロープ速度(m/min)	26.0~37.3	31.2~44.8	41.5~53.3	49.8~64.0	41.5~53.3	49.8~64.0	12.0	3.0	3.6	33	30.4	
起伏	ウインチ	移動三脚クレーン 単用37kW	左同	移動三脚クレーン 22kW 3脚用	左同	移動三脚クレーン 22kW 2脚用	左同	(2台×45kW) 巻上専用ウインチ	(2台×7.5kW) 巻上専用ウインチ	左同	37kW アヤ巻	(2台×37kW) 巻上専用ウインチ	
	起動力(kg)	61,900	61,900	9,400	左同	7,900	左同	—	—	—	39,800	—	
	速度(m/min)	平均4.5	平均5.4	平均12.0	平均14.4	平均6.3	平均7.6	—	—	—	平均4.8	—	
	ロープ径(m/m)	20φ (6×37)	20φ (6×37)	18φ (6×24)	左同	18φ (6×24)	左同	—	—	—	18φ 6×Fi(29)	—	
	掛数(本)	17	17	8	左同	5	左同	—	—	—	13	—	
	ロープ径(kg)	4,400	4,400	1,300	1,300	1,680	1,680	—	—	—	3,460	—	
	ロープ速度(m/min)	平均29.2	平均35.0	平均46.0	平均55.2	平均46.0	平均53.5	—	—	—	平均53.5	—	
施回	ウインチ	巻上機同し	左同	巻上機同し	左同	巻上機同し	左同	—	—	—	MM-52 37kW 移動機	—	
	方式	ピンラック	左同	714-0-7	左同	ピンラック	左同	—	—	—	ピンラック	—	
	速度(m/min)	47.8	57.3	?	?	52.5	70.2	—	—	—	45.0	—	
走行	出力(kW)	11	左同	巻上機同し	左同	5	左同	—	—	—	7.5	—	
	方式	ウインチに33 kV 駆動機同し	左同	ウインチに33 kV 駆動機同し	左同	ウインチに33 kV 駆動機同し		自走式	自走	左同	—	自走式	
	速度(m/min)	8~12	10~15	8~12	10~15	8~12	10~15	3	3.8	4.6	—	3	
	出力(kW)	22	左同	22	左同	22	左同	2台×3.7	1.5	左同	—	2台×5.5	
使用電圧(V)		200	220	200	220	200	220	440	200	220	220	440	
揚程(m)		40		—		—		90	30		85	90	
自重(t)		本体39t ウインチ3t = 42t		—		本体27.2t		265t	18t			210t	
作業半径(m)		6.0~25.0		4.5~12.0		4.5~15.0			—		5.5~16.0		
備考								自走 1.5% 2.2kW				自走 1.5% 2.2kW	