

技術相談

設計上疑問のこと、現場でお困りのこと等、何でも技術上の御質問をお寄せ下さい。本欄で権威あるお答えをいたします。ただし

1. 要領を得た簡潔な質問とする。
2. 質問の採否、または部分的加添修正は編集委員会に一任されたい。
3. 質問者の会員種別、住所および氏名を明記する。
4. 解答はすべて誌上で行い、直接個人的にはこれを行わない。

【問 1】

下記概要により吊橋の設計をするのですが、設計資料、参考書について、および設計上留意しなければならない点について御助言下さい。

1. 橋長 50.00 m 巾員 3.00 m
2. 荷馬車程度の交通がある。

【平野 健次】

【解答】

簡易な吊橋ではありますが数々の重要な問題を有しています。まづ架橋予算の編成に当り従来の設計上好ましくない諸資料にとらわれて不当に低廉な工事費を計上することをさしひかえて頂きたいと思ひます。わが国の簡易な吊橋の設計で満足すべきものはほとんどないので、大多数の吊橋はその新旧を問わずなんらかの補強および改修を必要とする状況にあります。従つてこれらの前例により予算を組まれると、合理的な設計が困難となりますのでこの点御注意されるよう希望いたします。

次に一般計画より逐次注意すべき点につき申し上げます。最初にお断り申し上げますが Plate Girder を補剛桁とする吊橋は多くの問題があり、この紙面では述べきれないので省略致します。また無補剛桁吊橋はこの場合支間が小さいので用いるのは困難であろうかと推定されますので、トラスを補剛桁とする支間 50m 程度の吊橋について申し上げます。なお、巾員 3.0 m となると現在は荷馬車程度の交通量でも、場所によつては将来自動車の通過することをも考えておく必要があります。

計画一般 普通の型式の橋梁と共通な事項はこれを省略し、主として簡易な吊橋に関係の深い事項について簡記します。

(1) 補剛トラスとしては桁下高、取付道路等に支障がなければ上路型が望ましく写真-1(a)(b)にその典型的な一例を示します。次には中路型がよく、その典型的な例は写真-2を参照して下さい。

(2) やむを得ず下路型を用いる場合には図-1のように主ケーブルと補剛トラスとを結ぶ吊線はなるべく上弦材に取付けて図-2のような構造はさけないものです。

(3) 補剛トラスを木造とすることはおすすめしにくありません。やむを得ず木造とするときは angle block による連結を避けジベルを用いて下さい。

(4) この程度の径間では Tacoma 吊橋のような風による惨事の心配はないと思ひますがその検討を省略

写真-1(a) 原田橋

(東京鉄骨橋梁製作所提供)

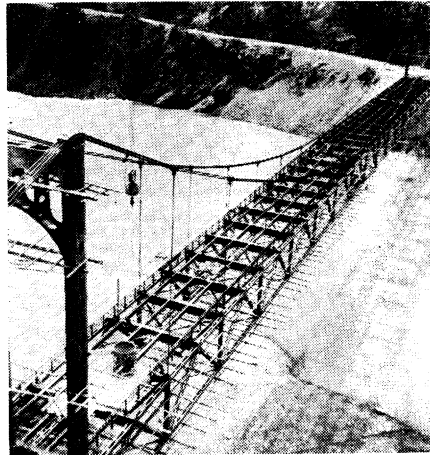


写真-1(b) 大嵐橋

(宮地鉄工所提供)

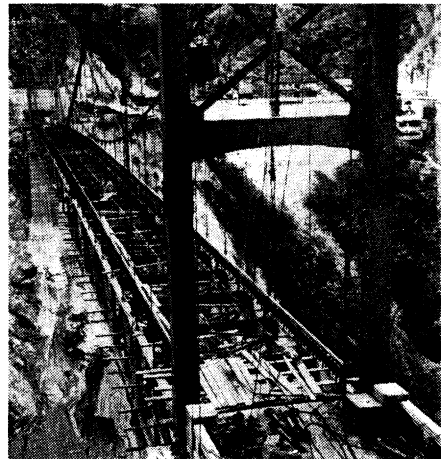


写真-2 瀬戸橋

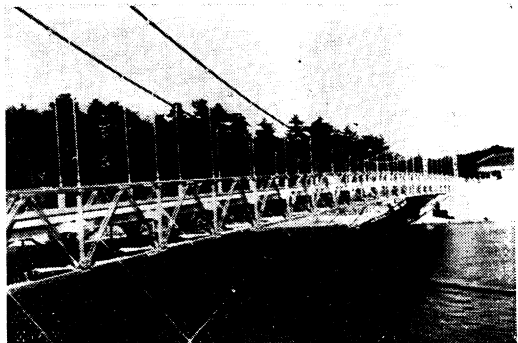


図-1

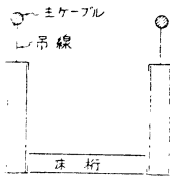


図-2

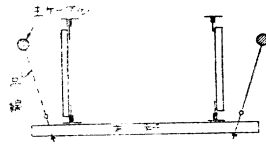
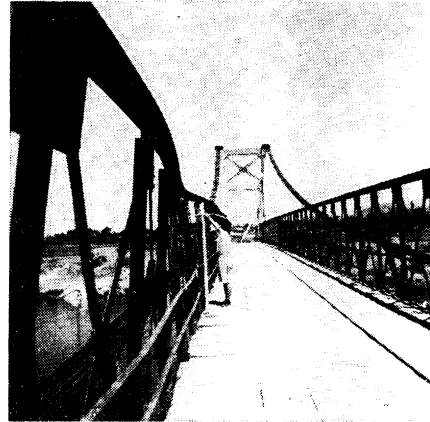


写真-3



するならば Storm Cable を設けた方が安全でしょう。水平方向に対し 45° の方向がよいですが、やむを得ない場合は水平方向に設けてもよいでしょう。

(5) 吊線は垂直になるようにします。図-2 のように斜にすることは廃止したいと考えます。従つて計画頭初に有効巾員と塔上の脊との関係、塔の巾等の関係を十分考慮して下さい。

(6) 主ケーブルをアンカーする部分の細部設計は慎重にすること、履歴不明の鋼材を野鍛冶に加工させることは厳重に慎しむべきです。

(7) 主ケーブルにあらかじめ力を加えることは実際上行われにくいので、少くとも架設中だけでも補剛桁の中央部に鉸がある状態でエレクションをすることが望ましいと思います。

(8) 支承部付近並びにケーブルのアンカー部分の排水に留意して下さい。

(9) どんな簡易な吊橋でもケーブルは1本でまにあわせるのは危険で、最小3本以上として下さい。

(10) 床部に木を使うことを考えておられるかも知れませんがこれはぜひやめて下さい。それは吊橋の安定性からはその死荷重が重要な役割をはたすからです。また軽い吊橋は風による揚力により吹上げられる可能性もあります。さらに吊橋は変形が多いので、木の床はすぐに損傷をうけ好ましくありません。

(11) アンカーブロック自体の安定計算にも将来の荷重の増大を一応考慮しましょう。またアンカーブロックが地下にほとんど埋つているのはケーブルまたは棒鋼の貫入部の保守上好ましくありません。

(12) 脊は負の反力に対しても抵抗できる構造とします。

(13) センター・ダイアゴナルスティーはこの程度の吊橋では不必要と思います。

細部設計

補剛桁の設計 補剛桁としてやむを得ず下路型トラスを用いるときは、建築限界の都合一種のポニートラス型となるので、その上弦材に対しては側方への座屈を考えた設計がぜひ必要です。しかるに現在ある吊橋には、ほとんどこの考慮が払われていないと認められ、上弦材の座屈のため廃橋一步手前の橋はかなりの数に上つていようです。写真-3 はその一例にすぎません。上弦材はバネで支えられた圧縮材として座屈強度を計算する必要

があります。この種の計算は北陸地震直後に東大平井教授および同奥村助教授の試みられた計算があります²⁾。また Timoshenko の座屈理論を参照して下さい。

ケーブル、吊線およびその取付 主ケーブルの数は前述のように3本以上とし、塔上における変曲応力の影響を考慮し、安全率は3以上とします²⁾。ケーブルとして古いものを用いるときはその磨耗度を調べ必ず破断試験をする必要があります。ケーブルと吊線との取付けはこの部分がスリップしないような構造とする必要があり、この部分に鉛をつめこむことはクリーブするおそれがありますので避けなくてはなりません。

ケーブルとアンカーブロックとの取付け この部分の構造は一般に合金止めかクリップ止めかにより異なります。合金止めの場合は合金として純亜鉛を用いた工法が行われていますが、今のところその効果はよいようです。

クリップ止めの場合はクリップの締付はトルクレンチを用いて正確に行うべきで、ケーブルに応力が入るとケーブルの直径が小となり、クリップがゆるみまますから締付けは数回くり返す必要があります。ケーブルの研断試験のほかにクリップ止めの場合には一端を設計と同じクリップ止めとして、その引張試験を行う必要があります。アンカー部分の金具として材質不明の鋼から火造りしたフック状のものは危険ですから用いてはなりません。また棒鋼をフック状に曲げて溶接する工法も危険です。

アンカーブロック アンカーブロックは十分信頼できる岩盤中にもうけることができればよいですが、そうでない場合には安定計算として、転倒に対する安定性、自重と上向力との安定度、基礎面の耐圧力、滑動に対する安定を行うべきでしょう。アンカーブロック内に埋込まれる引張材は主ケーブルより多少余裕ある断面にしておきませんと将来ケーブルの太さを変更する必要の生じた場合に苦勞します。アンカーブロックの安定計算にはケーブルの最大設計引張力に対して計算し、安全率として

2以上をとつてほしいと思います。ケーブル、棒鋼またはアイバー等がアンカーブロックに貫入する部分にモーメントが作用しないように正しい位置に据付け、かつその部分の排水をよくします。アンカーブロックに接して民家が存在する場合がありますが、その民家の火災により合金がとけて落橋した例がありますので注意を要します。

以上紙面の許す範囲で注意すべき諸点につき申し上げましたが、この解答が新しい吊橋の誕生にお役に立てば幸いです。

なお参考文献として今のところ次のようなものがあります。

参考文献

- 1) 昭和26年夏期講習会パンフレット [II] 橋梁
- 2) 土木工学ハンドブック (技報堂) p.787
- 3) 今 俊三: 吊橋における牽条の曲げについて (土木学会誌 27-1)
補剛トラスのない吊橋の一例 道路 1955.12
平井 敦: 鋼橋 (Ⅲ) 7月頃出版の予定

【問 2】

最近異形鉄筋が大部使用されて、経済的にも相当効果があると聞いています。私共でもできれば使用してみたいと考えますが、入手が容易にできるものでしょうか、また、異形鉄筋の寸法・形状・価格・構造細目等をお教え下さい。

【森重 龍馬】

【解答】

異形鉄筋は、現行の土木学会の鉄筋コンクリート標準示方書に規定されてはいませんが、示方書が改訂される場合には、異形鉄筋に関する規定も制定されるものと考えられます。諸外国の例との他を参考資料として御答え致します。

(1) 異形鉄筋の寸法および形状 異形鉄筋の寸法および形状は JIS G 3110 (1953) に規定されていますが、そのうち種類には、つぎの4種があります。

表—1

種	類	記	号
異形丸鋼	1 種	SSD	39
異形丸鋼	2 種	SSD	49
異形丸鋼	再生1種	SRD	39
異形丸鋼	再生2種	SRD	49

なお、寸法および形状は、土木学会編集の“土木工学ハンドブック”の第9編 第1章 第4節 (p.525) に

も記載されています。

(2) 価格 異形鉄筋の価格は、普通丸鋼よりも一般に高価であるように考えられていますが、つぎの表が示すように、普通丸鋼の価格と全く同じであります。

表—2 鉄筋 1 t 当りの価格 (6月現在建値)

	普通丸鋼 (SS 39 または SS 41)			異形丸鋼 (SSD 39)		
	鋼材費	規格料	価格	鋼材費	規格料	価格
φ 13 以下	44 000円	1 200円	45 200円	44 000円	1 200円	45 200円
φ 16~25	43 000円	1 200円	44 200円	43 000円	1 200円	44 200円
φ 28~48	44 000円	1 200円	45 200円	44 000円	1 200円	45 200円

なお、規格品には規格料として、SS 51・SS 49・SSD 49にたいし 2 400 円/t, SS 39・SS 41・SSD 39 にたいし 1 200 円/t が加算されることになっています。従つて、異形鉄筋の価格は、その対応する材質の普通丸鋼と全く同じであります。

(3) 構造細目 構造細目の規定されたものは現在ありませんが、暫定的に、つぎの値を採用してさしつかえないものと考えられます。

- 1) フックの内径: フックの内径は、鉄筋直径の5倍以上とする (普通丸鋼の場合は鉄筋直径の3倍以上)
- 2) 折曲鉄筋の曲げ半径: 折曲鉄筋の曲げ半径は、鉄筋直径の5倍以上とする (普通丸鋼の場合と同じ)。
- 3) 重ね継手の長さ: 異形鉄筋を用いるとき、重ね継手の長さ a (cm) は次式から求められます。

a) フックをつける場合 (フックを考慮しないで)

$$a = \frac{2 \sigma_{sa} \cdot a_s}{3 \tau_{oa} \cdot U}$$

b) フックをつけない場合

$$a = \frac{\sigma_{sa} \cdot a_s}{\tau_{oa} \cdot U}$$

ここに

σ_{sa} : 鉄筋の許容引張応力度 (kg/cm²)

τ_{oa} : コンクリートの許容付着応力度 (kg/cm²)
(普通丸鋼の場合の約2倍としてよい)

a_s : 鉄筋1本の断面積 (cm²)

U : 鉄筋1本の周長 (cm)

- 4) 定着: 異形鉄筋を定着するとき、フックをつけなくてもよい場合がありますが、特に十分な定着を必要とする場合には、フックをつけるのがよいことは、いうまでもありません。

(4) 異形鉄筋の入手 異形鉄筋は、一般の市場にあまり出まわっていませんので、購入することが困難であるとの声もありますが、八幡・富士・日本鋼管等の製鉄本社販売部に依頼されれば、現場に近い各会社の指定問屋から入手できるように、便宜をはかつてくれます。