

## 第二関門道路主橋梁部の設計指針について

建設省北九州国道工事事務所 正員 伊達 安 正

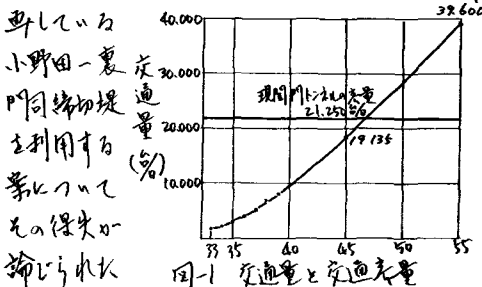
まえがき

鋼橋の設計にあつては150m以下の橋梁については鋼道路橋設計示方書(以下現行示方書といふ)が適用されるが、150mを超える橋梁を対象とする場合には荷重のとり方や設計細目について必要の補正を行なわなければならないことは周知のとおりである。長大橋の設計荷重のうちとくに影響が大きく、かつ、現行示方書の考えと異なつた考え方をしなければならないものに活荷重、風荷重、地震荷重があげられる。

ここでは、関門海峡に架設計画されている関門吊橋の上部構造の設計にあつて用いようとしているこれらの荷重の求め方、荷重の組合せなどについてお話しをのべてある。

### 1. 第二関門道路について

昭和33年に開通した関門国道トンネルの交通量は当初の計画をはるかに上回っており、そのまゝ進めば早晩その交通量の限界を超えるものと推定されるに至つたので、建設省では昭和39年度より関門海峡にもう一つの道路施設を建設すべく調査を開始した。考えられる道路施設として橋梁案、トンネル案(2案)、運輸省で計



結果、建設省は昭和40年12月、昭和41年までに関門海峡に吊橋を建設することと決定し、次のように発表した。

(1) 交通量の推計によれば昭和41年には関門トンネルの交通量が容量の限度21,500台を超えらる。

(2) 昭和39年度年平均日交通量 7,910台  
昭和39年度最大日交通量 10,862台  
昭和40年度最大日交通量 14,116台

(3) しかしながら、第二関門道路は昭和41年には使用開始できよう建設する必要がある。

(4) 将来の交通需要を予測するに橋梁案およびトンネル案の事業費と他の得失を調査検討した結果、第二関門道路としては海峡部に吊橋形式の橋梁を架設する計画が最も適切である。

(5) 本橋梁の架設については道路整備5年計画に改訂を行つておむかに着手する必要がある。

1) 第一期計画として関門海峡に架橋(4車線)、現国道と接続する。これに要する事業費は約155億円である。

2) 第二期計画として中国縦貫自動車道と九州縦貫自動車道とを接続する。これに要する事業費は取付道路として約85億円である。

なお、参考までに前述の比較を行つた長條の橋梁案の主要諸元をあげると次のとおり。

延長 1,164m (内吊橋部1,068m)

主跨 712m 側跨 178m

桁高 61m 鉄高 141.1m

幅員 56.0m

## 2. 設計荷重について

設計荷重については死荷重、活荷重、衝撃、風荷重、地震荷重、温度変化の影響、支点移動の影響、架設荷重との他を考へる。ここでとくに問題となる活荷重、風荷重および地震荷重の考え方について記す。

### 2.1 活荷重

#### (1) 床版、床組およびハンガー

床版、床組およびハンガーについては現行示方書の規定を適用する。トラツク荷重 $T-20$ を載荷する場合、現行示方書では1橋につき縦方向には1台、横方向には制限がないものとしているものを、間門吊橋のような自動車専用道路では車線という考え方を重視する。ため活荷重の載荷にあつては橋軸方向には1台、橋軸直交方向には車線数に相当する台数と同時に載荷し、それぞれ $T-20$ 荷重は自己車線と隣接する側帯または車線合帯の範囲で移動しうるものとする。

#### (2) 補剛トラス、ヤードル、塔、アンカー

補剛トラス、ヤードル、塔およびアンカーの設計に用いる活荷重については等分布荷重として一般に次式で表わす。

$$p = p_0 \times k \times c$$

ここに  $p$ : 等分布荷重 ( $\text{kg/m/車線}$ )

$p_0$ : 基本活荷重 ( $\text{kg/m/車線}$ )

$k$ : 橋軸方向の活荷重の低減率

$c$ : 車線数による活荷重の低減率

橋軸方向の活荷重の低減率 $k$ については、建設省土木研究所が行つた大東京都内4車線道路の各車線上に分布している自動車数、実測結果より次の式が得られている。

$$50 \leq l \quad k = 0.32 + \frac{170}{200 + l}$$

また、車線数による活荷重の低減率 $c$ については同じ実測結果より次の数値が得られている。

2車線 100%

3車線 90%

4車線 80%

したがつて、基本活荷重を $2000 \text{ kg/m/車線}$ とするとき次のように表わされる。

$$\begin{aligned} p &= p_0 \times k \times c \\ &= n \times 2000 \times 0.8 \times \left( 0.32 + \frac{170}{200 + l} \right) \\ &= n \times 1600 \times \left( 0.32 + \frac{170}{200 + l} \right) \end{aligned}$$

ここに  $l$ : 中央各間長

$n$ : 車線数

この式によって表わされる活荷重を対象とする部材に最大および最小の位置に載荷する。

#### (3) 管理路、合流帯、地盤、両欄

管理路には $350 \text{ kg/m}^2$ の等分布荷重を、合流帯には現行示方書に規定されているトラツク荷重 $T-20$ を載荷し、地盤、両欄については現行示方書の規定に基づいて設計する。

### 2.2 風荷重

#### (1) 設計風速

風荷重を求めるときにはまず設計風速を決める必要がある。設計風速は基本風速(10分間平均最大風速で表現した100年期待値)に対し構造物の高度による補正を行つた後、さらに水平長さまたは鉛直長さによる補正を行つて求める。

高度による風の補正を行つたときの式を用いる。

$$V_D = V_{10} \left( \frac{Z}{10} \right)^{1/4}$$

ここに  $V_D$ : 地表から水面以上 $Z$ における風速( $\text{m/sec}$ )

$V_{10}$ : 基本風速( $\text{m/sec}$ )

$Z$ : 吊橋造部、補剛桁の中央点下向における高さ

ヤードルおよび補剛桁の中央点下向に塔頂点の中央点下向

塔: 塔本体 $a65\%$ の高さ

次に吊橋の吊橋造部、ヤードルのように水平方向に表し構造物およびハンガーのように水平方向に抗力を受ける構造物に対しては設計風速



と同じようにとり扱うこともできる。

### 3.2 平行線ケーブル用索線

ケーブルの設計に於ける索線の設計基本強度

σ<sub>0</sub>は  $\sigma_0 = \frac{0.75}{1.2}$  と表わされる。

ここで 0.75: 金伸の引込に相当する係数

### 3.3 荷重の組合せと設計許容応力度

(1). 補剛トラス、塔、ケーブルアンカー部材の許容応力度

設計許容応力度を  $\sigma_{ca}$  とすれば

$$\sigma_{ca} = \frac{\sigma_0}{\gamma}$$

ここで  $\gamma$ : 安全率、ただし常時の荷重の組合せに対しては 1.7 と標準とする。

表-1 荷重の組合せと許容応力度の割増し

| 設計対象  | 荷重の組合せ          | 許容応力度の割増し(%) |
|-------|-----------------|--------------|
| 補剛トラス | D+(SE)+T+L      | 0            |
|       | D+(SE)+T+W      | 35           |
|       | D+(SE)+T+L+W    | 25           |
|       | D+(SE)+T+L+W+EQ | 45           |
|       | ER              | 35           |
| 横 指   | W               | 35           |
|       | EQ              | 45           |
| ハンガー  | D+T+L+I         | 0            |
| ケーブル  | D+T+L           | 0            |
|       | D+(SE)+T+L      | 0            |
|       | D+(SE)+T+W      | 35           |
|       | D+(SE)+T+L+W    | 25           |
|       | D+(SE)+T+L+W+EQ | 45           |
|       | ER              | 35           |
| ケーブル架 | D+T+L           | 0            |
|       | D+T+W           | 25           |
|       | D+T+EQ          | 35           |

上記荷重の組合せの応答は次のとおり。

D: 死荷重、L: 活荷重、T: 温度変化

W: 風荷重(常時風荷重)、W: 暴風時風荷重

EQ: 地震荷重(常時地震荷重)、EQ: 地震時地震荷重

ER: 地震時地震荷重、ER: 暴風時地震荷重、I: 衝撃

SE: 支点移動の影響 - 1.5 中いれたい組合せ

常時荷重として取扱われることはない。

軸方向応力、曲げ引張、曲げ圧縮、せん断、圧縮応力などに対する設計許容応力度は現行基準のものを準用する。

(2). ケーブル

常時の荷重の組合せに対してのケーブル鋼索の許容応力度  $\sigma_{ca}$  は

$$\sigma_{ca} = \frac{\sigma_0}{1.7}$$

ケーブルの弾性係数は 2,000,000 kg/cm<sup>2</sup> とする。

(3). ハンガー

常時の荷重の組合せに対してのハンガーの許容引張応力度は保証破断力/4 とする。ハンガーの弾性係数は 1,600,000 kg/cm<sup>2</sup> とする。

(4). 荷重の組合せと設計許容応力度の割増し  
荷重の組合せに対しての許容応力度の割増しは表-1 とおける。

おとこと

第1回開門道路の調査は昭和39年度より開始されたが、市橋架設の前提にわたる調査は昭和44年度からという事。したがって、長木橋に対する荷重を含めた設計上の問題については昭和46年度より建設省で行なわれていた本州同国連絡架設調査の成果を十分に活用していくことが必要であり、今般に記述していただくこともこれとつくもあてがある。開門地域における特殊性の問題については設計設計に反映していくこととなる。

参考文献:

・本州同国連絡橋構構調査第1次報告書

昭和46年5月

・土木研究所資料 本州同国連絡架設調査

材料構造部

調査資料 No.24, No.25, No.26

2000