

式も適正であることが現場施工において実証された。ことに小本線にては単 T 桁、気仙沼線にては 3 径間ラーメン道路橋に使用し多大の成果を得た。

(7-11) THE DELAYED ELASTICITY IN CONCRETE

*Bennosuke TANIMOTO, C.E. Member, Faculty
of Engineering, Shinshū University*

SYNOPSIS

AFTER many years of laboratory and field tests, the United States Bureau of Reclamation seems to have deduced that the creep in concrete is characterized merely by delayed elasticity, and J.M. Raphael states in his article entitled "The Development of Stress in Shasta Dam," (Proc. ASCE, Feb. 1952 (Vol. 78, No. 117) that:

1. Creep is a delayed elastic deformation involving no changes corresponding to crystal-line breakdown or slip, and is not the plastic flow of a viscous solid;
2. At working stress, creep is proportional to stress, but when stress approaches the ultimate strength of concrete, creep increases much more rapidly than stress;
3. When the effect of age on changing the properties of concrete is taken into account, all creep is recoverable;
4. Creep is independent of sign, and bears the same proportion to either positive or negative stress; and
5. The principle of superposition applied to creep."

These statements would lead to the establishing of a general theory for analysing concrete creep. The result is as follows:

Stress-strain relations are

$$e_{xx} = \frac{1}{E_0} \{X_x - \sigma_0(Y_y + Z_z)\}, \dots\dots e_{yz} = \frac{1}{\mu_0} Y_z, \dots\dots$$

The apparent elastic constants E_0, σ_0 are given by

$$E_0 = \frac{E}{1 + f(t)E/E'}, \quad \sigma_0 = \frac{\sigma + f(t)\sigma'E/E'}{1 + f(t)E/E'},$$

where E : instantaneous or true Young's modulus,
 E' : delayed modulus, or 'sustained modulus,'
 σ : instantaneous Poisson's ratio,
 σ' : delayed Poisson's ratio, and

$f(t)$: time-factor concerning creep, several tentative forms of which have been proposed.

I acknowledge a financial aid by the Ministry of Education.

(7-12) 鉄筋コンクリート T 桁の経済断面

准員 大阪市立大学理工学部 三 笠 正 人

鉄筋コンクリート T 桁は一般に そのフランジがあらかじめ床版として設計され 寸法が定まってしまうので、

ウェブの寸法はフランジの圧縮応力から定めず、ウェブ自身の価格を最小とするような経済断面として設計されるべきものである。この経済断面を求める公式は古くからいくとおりかのものが導かれ、たいていの鉄筋コンクリート設計法の本に引用されている (Berger, Proksch, Turneaure & Maurer, Etc.)。しかし筆者はこれらの公式がすべて根本的な錯誤の上に作りあげられたものであることに気がついた。そのことは次のようにして簡単に証明できる。すなわち図-1の (A) 桁と (B) 桁は同じ抵抗モーメント $M=2A_s \cdot$

$Z \cdot \sigma_{sa}$ を持ち、ウェブの断面積は等しいから死荷重、剪断応力ともに等しい。違うのは鉄筋の断面積が (B) が (A) の半分となつただけである。もつとも型枠は (B) は (A) の約2倍を要するが、ふつうの材料の単価では (B) は (A) より常に安くつく (剪断鉄筋の総量がウェブの寸法に無関係に一定であることも容易に証明できる)。このように考えれば経済断面とはできる限り細長いウェブを用いたものということになる。すなわち許容最小ウェブ巾というものを考えない限り経済的桁高は求まるはずがないのであつて、これを考えなかつたいままでの公式は全部誤りであると言えるのである。

次に鉄筋の段数の多い場合にも等しい安全度を持たせるような有効臂長さなる量を導き、これを用いて臂長さ一定の条件においても、鉄筋の段数を増してウェブ巾を狭めた方が有利であることが証明され、“ここに経済断面は必ず許容最小ウェブ巾を持たねばならぬ”との原則がまず確立される。

次に許容最小ウェブ巾を有効臂長さ Z の1次式

$$b = b_0 + \beta Z$$

で与えたときに経済的臂長さ Z は単桁の場合次の3次方程式の根として求められる。

$$Z^3 + \left\{ \frac{b_0}{2\beta} + \frac{1}{\beta} \frac{C_f}{C_c} + \frac{(m+m')r \cdot l^2}{16\sigma_{sa}} \cdot \frac{C_s}{C_c} \right\} Z^2 - \frac{(m+m')M_0}{2\beta\sigma_{sa}} \cdot \frac{C_s}{C_c} = 0$$

ここに C_c : コンクリートの単価 (円/m³)、 C_s : 鉄筋の単価 (円/t)、 C_f : 型枠の単価 (円/m²)、 σ_{sa} : 鉄筋の許容応力 (kg/cm²)、 r : 鉄筋コンクリートの単位重量 (t/m³)、 l : 桁のスパン長、 M_0 : ウェブの死荷重によるものを含まない全曲げモーメント (t・m)、 m : 鋼量係数 (kg/cm²・m)、 m' : 擬似鋼量係数 (kg/cm²・m)

$$\text{もし } \beta=0 \text{ ならば } Z = \sqrt{\frac{(m+m')M_0}{\sigma_{sa}}} \sqrt{\frac{C_s}{b_0 C_c + 2C_f}}$$

連続桁、ゲルバー桁、ラーメン桁等負の曲げモーメントを受ける部分を有する T 桁の、正の曲げモーメントを受ける部分の経済的臂長さ Z は、死荷重の影響のため単桁の場合よりいくらか小さくなる。その値は次の3次方程式の根として求まる。

$$Z^3 + \left\{ \frac{b_0}{2\beta} + \frac{1}{\beta} \frac{C_f}{C_c} + \frac{(m+m')r \cdot l^2 \cdot r}{2\sigma_{sa}} \left(1 + 2.5 \frac{\mathfrak{M}_2}{\mathfrak{M}_1} \right) \cdot \frac{C_s}{C_c} \right\} Z^2 + \frac{(m+m')r l^2 r}{1.6\sigma_{sa}} \cdot \frac{b_0}{\beta} \cdot \frac{\mathfrak{M}_2}{\mathfrak{M}_1} \cdot \frac{C_s}{C_c} Z - \frac{(m+m')M_0}{2\beta\sigma_{sa}} \cdot \frac{C_s}{C_c} = 0$$

ここに r : スパンの数、径間割等により定まる定数、 $\mathfrak{M}_1$: 死荷重モーメント図の正領域の面積、 $\mathfrak{M}_2$: 死荷重モーメント図の負領域の面積

3次方程式は計算図表を用いて容易に解け、 Z が求まった後はウェブ自重の仮定を必要とせずただちに経済断面を設計することができる。その際鉄筋の段数が2段以上であつても最下段の鉄筋がちやうど許容応力となるところがこの設計法の一つの特長である。

(7-13) 国鉄千手発電所取水ダム修繕工事における 特殊水中コンクリートについて

正員 国鉄信濃川工事事務所 宮 下 和 夫
正員 同 杉 山 寅 之 助
准員 同 ○小 檜 山 齋

1. 緒言 新潟県中魚沼郡貝野村宮中に位置する宮中ダムは 国鉄信濃川発電所唯一の取水ダムで、昭和 14 年