

鉄筋コンクリート固定版の経済的設計

准員後藤幸正*

ECONOMICAL DESIGN OF A REINFORCED CONCRETE FIXED SLAB WITH STRAIGHT HAUNCHES

(JSCE March 1950)

By Yukimasa Goto, C.E., Assoc. Member

Synopsis This paper reports a study of economical design of reinforced concrete slabs with straight haunches fixed at ends. The writer has given a diagram, by which the most economical sections of a fixed slab with straight haunches can easily be designed without assuming the dead load of the slab itself.

要旨 直線ハッチを有する鉄筋コンクリート固定版の経済的設計について、ハッチの大きさに主張をおいて研究したものである。しかし、鉄筋コンクリート固定版の設計に当り、スパン、版上の荷重、許容応力度が與えられた場合、予め自重を假定せず、直接容易に経済断面を求めうるような図表をつくり、実用上便利にしたものである。

1. 緒言

筆者は昭和20年以來、東京大学第一工学部土木教室、大学院特別研究生として、鉄筋コンクリート門形ラーメンの経済的設計について研究してきたが、経済的設計において、水平部材につけるハッチの影響は一般に大きく、まず、ハッチについて研究する必要が生じた。しかし、ハッチとしては、拋物線その他の曲線ハッチは型ワクの製作に不便が多いため、一般には直線ハッチを用いている。そこで、まず直線ハッチの経済的な大きサについて研究した。本文は直線ハッチをつけた両端固定の鉄筋コンクリート版の経済的設計についての研究をとりまとめたものである。

鉄筋コンクリート固定版の設計計算に当つては、スパン、版上の荷重、コンクリートおよび鉄筋の許容応力度は予め與えられたものとした。版のうける集中荷重は換算等分布荷重に換算して用いるものとし、固定版は自重と鉛直方向の等分布荷重とをうけるものとした。固定版に対する温度変化、乾燥収縮の影響はこれを無視した。また、鉄筋コンクリート部材の設計計算において一般に用いられる仮定のほかに、固定版の容積が最小になるときの版の断面寸法が最も経済的であるという假定をした。大きいハッチをつけ、できるだけ曲げモーメントの変化に應ずるように設計した固定

版においては、一般に、版の各断面における主鉄筋断面積はその断面のコンクリート断面積に大略比例する、従つて版の容積を最小にすれば、同時に主鉄筋量をも節約できると考えられるから、このように假定したのである。型ワク費は版厚および直線ハッチの大きサ如何によつて一般に余り大きな影響をうけないので考慮しないものとした。

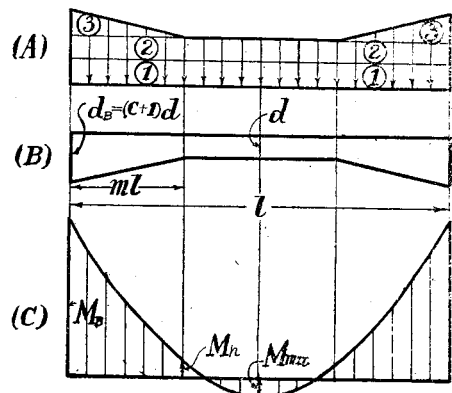
このような假定のもとに、直線ハッチをつけた鉄筋コンクリート固定版の経済的設計に必要な断面寸法、主鉄筋断面積等を容易に求めうるように工夫したのである。

なお、この研究は恩師吉田徳次郎先生の御懇篤な御指導御鞭撻の賜でありまして、こゝに謹んで厚く御礼申し上げます。

2. 荷重および曲げモーメント

直線ハッチをつけた鉄筋コンクリート固定版において、圖-1(B)に示すように、スパンを l (m)、ハッチの長さを ml (m)、スパン中央部の有効高さを d (cm) 固定端における有効高さを $d_B = (c+1)d$ (cm) とする。従つて、被りがわかれば、版の断面寸法は m, c, d によ

圖-1



* 工学士 東京大学第一工学部土木工学科教室
東京大学大学院特別研究生

つて定められる。なお、設計計算にあつては、版の幅 b は便宜上単位長サ 1 m について考えるものとする。

圖一(A)は、版が自重および版上の等分布荷重をうける場合の荷重図である。圖一(A)において、

①の部分 被りのコンクリート重量と、版上に載る等分布荷重との和。大きさは w (kg/m²)とする。

②の部分 全スパンにわたる厚サ d (cm) のコンクリート重量。大きさは、 $24d$ (kg/m²) の等分布荷重である。

③の部分 ハンチのコンクリート重量、即ち、両側に対称に載る三角荷重。固定端における大きさは $24cd$ (kg/m²)、ハンチ起点における大きさは 0 である。

圖一(C)は、固定版が圖一(A)に示す荷重をうけるときの曲ゲモーメント図である。図に示すように、固定端には負の最大曲ゲモーメント M_B 、スパン中央には正の最大曲ゲモーメント M_{max} 、ハンチ起点には負の曲ゲモーメント M_h が働いている。 M_B 、 M_{max} 、 M_h はそれぞれ次のように表わされる。

$$M_B = \frac{\beta l^2}{4(\alpha + \beta)} \left[w + 24d \frac{\beta + \varepsilon}{\beta} \right] \dots\dots\dots (1)$$

$$M_{max} = -\frac{l^2}{8} (w + 24d) + 4cm^2 d^2 - \frac{\beta l^2}{4(\alpha + \beta)} \left[w + 24d \frac{\beta + \varepsilon}{\beta} \right] \dots\dots\dots (2)$$

$$M_h = \frac{\beta l^2}{4(\alpha + \beta)} \left[w + 24d \frac{\beta + \varepsilon}{\beta} \right] - 4cm^2 d^2 - (w + 24d) \frac{m(1-m)}{2} l^2 \dots\dots\dots (3)$$

こゝに、 α 、 β 、 ε は c および m によつて定められる係数であつて、

$$\gamma = \frac{2}{3} - \frac{1}{c^3} \left[2 \log(c+1) + c^2 - 2c \right]$$

とおけば、 α 、 β 、 ε は次のようである

$$\alpha = \frac{1}{3} - \frac{c(2c+3)}{2(c+1)^2} m + \frac{c}{c+1} m^2 - \gamma m^3$$

$$\beta = \frac{1}{6} - \frac{cm^2}{c+1} + \gamma m^3$$

$$\varepsilon = \frac{cm^2}{3} \left[1 + m \left(\frac{3}{1+c} - 2 - \frac{3\gamma}{c} \right) \right]$$

3. 断面算定

鉄筋コンクリート固定版におけるズレ力の影響は一般に小さく、曲ゲモーメントに対して安全であれば、ズレ力に対しても普通充分安全であるので、ズレ力に対しては後に検査するものとし、設計に当つては、まず曲ゲモーメントに対する断面算定を行う。

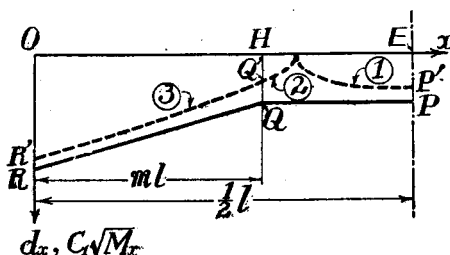
固定版の任意断面に働く曲ゲモーメントを M_x としその断面の有効高サを d_x とすれば、経済的に設計された固定版においては、一般に、次の関係が満足されなければならない。

$$d_x \geq C_1 \sqrt{M_x} \dots\dots\dots (4)$$

こゝに、 C_1 はコンクリートおよび鉄筋の許容応力度 (σ_{ca} , σ_{sa}) によつて定められる係数である。このコンクリートの許容応力度としては、コンクリートの圧縮強度と単價との関係を考えて、最も経済的に定められたものを用いるのである。

そこで、固定版の各断面における d_x と $C_1 \sqrt{M_x}$ との関係をスパン半分について図示すれば圖一2となる。圖一2において、PE はスパン中央、QH はハンチ起点、RO は固定端である。しかし、実線 PQR の縦距は各断面における有効高サ d_x を、点線で描いた曲線 P'Q'R' の縦距は各断面における $C_1 \sqrt{M_x}$ を表わしている。

圖一2



固定版が曲ゲモーメントに対して安全であるためには、実線 PQR は点線 P'Q'R' の外側になければならない。また、固定版が最も経済的であるためには、PQR と横軸 OE との間の面積が最小にならなければならない。しかし、点線 P'Q'R' の①および②の部分はそれぞれ E を中心とする楕円および双曲線であり、③の部分は大略直線とみなすことのできる曲線であるので、図から明らかな通り、固定版がスパン中央、ハンチ起点、固定端の3断面(全スパンについては5断面)で曲ゲモーメントに対して安全であれば、他の断面では曲ゲモーメントに対して充分安全な有効高サをもつていて考えられる。また、一般に、固定版の主鉄筋量はスパン中央および固定端における主鉄筋断面積によつて定められるので、経済的設計に当つては、まず、次の a)、b)、c) の3条件を満足することが必要となる。

- a) の条件 スパン中央断面でコンクリートおよび鉄筋の應力度がそれぞれ同時に許容応力度 (σ_{ca} , σ_{sa}) に達すること。即ち、圖一2において P と P' とが一致すること。
- b) の条件 固定端断面でコンクリートおよび鉄筋の應力度がそれぞれ同時に許容応力度に達すること。即ち、圖一2において R と R' とが一致すること。
- c) の条件 ハンチ起点断面でコンクリートおよび鉄筋の應力度が許容応力度以下となること。即ち、圖一2において Q' が Q の内側にあること。

はじめに a), b) の2条件について考える。a) の条件は、スパン中央断面で有効高さは d 、曲げモーメントは M_{max} であるから、

$$d = C_1 \sqrt{M_{max}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

として表わされる。(5)に(2)を代入し

$$D \equiv \frac{d}{3C_1 l^2} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$W \equiv \frac{v}{36C_1 l^2} \quad \dots\dots\dots (7) \text{ とおけば}$$

$$D^2 = \frac{W+2D}{2} + \frac{4}{3} cm^2 D - \frac{\beta}{\alpha+\beta} \left(W+2D \frac{\beta+\varepsilon}{\beta} \right) \quad \dots\dots\dots (8) *$$

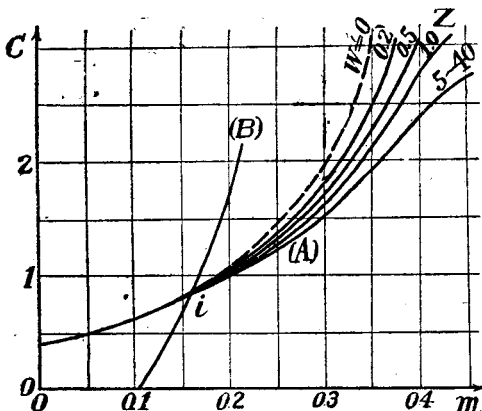
$$W = \frac{4 \left(\varepsilon - \frac{4}{3} cm^2 \beta \right) \left[2 \left\{ (c+1)^2 + 1 \right\} (\beta+\varepsilon) - (c+1)^2 (\alpha+\beta) \left(1 + \frac{4}{3} cm^2 \right) \right]}{2 \left\{ (c+1)^2 + 1 \right\} \beta - (\alpha+\beta)(c+1)^2} \quad \dots\dots\dots (11)$$

** (11) は、スパン中央および固定端でコンクリートと鉄筋の応力度がそれぞれ同時に許容応力度に達するために必要な W, c, m の間の関係式である。こゝに W, D, c, m の値の実用的範囲は、大略、 $0 < W < 40$, $0 < D < 3$, $0 < c < 4$, $0 < m < 0.5$ である。

(11) の、左辺の W は(7)で明らかな通り、予め與えられた l, W, C_1 から求められるものであり、右辺は c, m だけの函数である。こゝで(11)の W, c, m の間の関係を、 c を縦軸、 m を横軸とつて図示すれば圖-3の曲線群(A)となる。圖-3の(A)によれば $c \sim m$ 曲線は $m=0$ のとき W に関係なく常に $c=0.414$ である。また、大きな W (5以上) に対する $c \sim m$ 曲線は殆ど差がなく、大略一つの曲線で表わされている。

次に、固定版がハンチ起点断面でも曲げモーメントに対して安全な有効高さをもちつために、c) の条件について考える。ハンチ起点断面で、有効高さは d 、曲げモーメントは M_h であるから、c) の条件は、

圖-3



*となる。次に、b) の条件は、固定端断面で、有効高さは $(c+1)d$ 、曲げモーメントは M_B であるから、

$$(c+1)d = C_1 \sqrt{M_B} \quad \dots\dots\dots (9)$$

として表わされ、(9)に(1)を代入し、a) の条件と同様に、(6), (7) とおけば、

$$(c+1)^2 D^2 = \frac{\beta}{\alpha+\beta} \left(W+2D \frac{\beta+\varepsilon}{\beta} \right) \quad \dots\dots\dots (10)$$

となる。この(8), (10) から D を消去すれば次式がえられる。*

$$d \geq C_1 \sqrt{M_h} \quad \dots\dots\dots (12)$$

として表わされる。(12)に(3)を代入し、a), b) の場合と同様に、(6), (7) とおけば、

$$D^2 \geq \frac{\beta}{\alpha+\beta} \left(W+2D \frac{\beta+\varepsilon}{\beta} \right) - \frac{4}{3} cm^2 D - 2m(1-m)(W+2D) \quad \dots\dots\dots (13)$$

となる。(13)に(8), (10)を代入して、 D および W を消去すれば W, D, c, m の値が実用的範囲内にある場合、

$$\left\{ (3c+4 + \frac{6}{c})\gamma + 1 - 2c - \frac{3}{c+1} \right\} m^3 - \left\{ (3c+6 + \frac{6}{c})\gamma - 2c - \frac{1}{c+1} \right\} m^2 + \frac{1}{4} \left\{ 3(c+2)\gamma + 1 - 2c + \frac{3}{c+1} \right\} m - \frac{1}{12} \geq 0 \quad \dots\dots\dots (14)$$

をうる。(14)は c と m とだけの関係式であつて、(14)を満足する (c, m) は、圖-3において、曲線(B)の右側になければならない。

よつて、圖-3において、a), b), c) の3条件を同時に満足する (c, m) は、曲線(B)の右側にあり、且つ、曲線(A)の上になければならない。即ち、曲線(A), (B)の交点を i とし、曲線(A)の右上を Z とすれば、 (c, m) は曲線 iZ 上になければならない。この交点 i の c, m の値は(8), (10)および等号の(13)を同時に満足しており、このとき、スパン中央、ハンチ起点、固定端の3断面で同時にコンクリートおよび鉄筋はそれぞれ許容応力度に達している。

しかして、経済的な c, m の値は以上の3条件だけでなく、更に、版の容積が最小になるというもう一つの条件によつて定められる。被りのコンクリートを省

略すれば、版の容積 V_c は次式で表わされる。

$$V_c = d(m \cdot c + 1) l \quad \dots\dots\dots (15)$$

(15) に (6) および (8), (10) を代入すれば、次式のように V_c は c, m だけの関数として表わすことができる。

$$V_c = 3C_1^{2/3} \frac{(mc+1) \left(\frac{4}{3} cm^2 - \frac{\epsilon}{\beta} \right)}{1 + \frac{\beta-\alpha}{2\beta} (c+1)^2} \quad \dots\dots\dots (16)$$

そこで、圖-3 の曲線 iZ 上を c, m が変化するときの V_c の変化をグラフによつて吟味し、 V_c が最小となるとき c, m を求める。

今、 m を独立変数にとつて、 W が與えられたときの $m \sim V_c$ 関係を図示すれば圖-4 となる。

圖 - 4

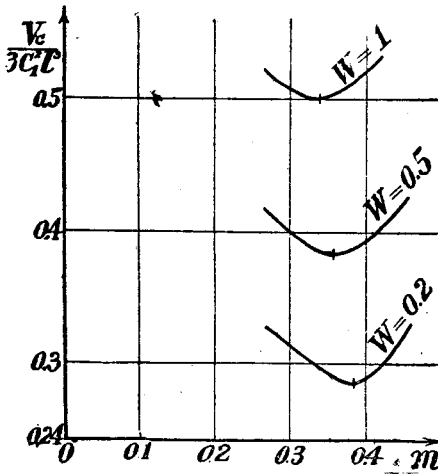
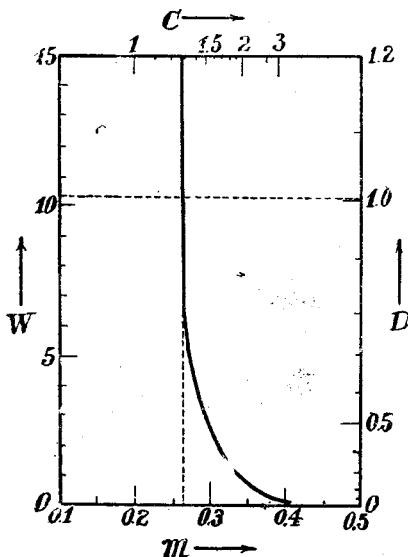


圖 - 5



しかして、図から明らかな通り、最小点の m は與えられた W の値如何によつて異つているから、この $m \sim W$ 関係を、 W を縦軸 m を横軸にとつて図示すれば、圖-5 となる。

故に、 W が定められれば、圖-5 によつて、版が曲げモーメントに対して安全で、容積 V_c が最小となるような m を求めることができる。なお、前記の條件式 (10), (11) によつて、この m に相当する c, D を計算し、圖-5 の上側横軸に c 、右側縦軸に D を目盛れば、圖-5 によつて、 m, c, D を同時に求めることができる。 D がわかれば、(6) によつて、スパン中央の有効高サ d を計算することができ、従つて、曲げモーメントに対して安全で、最も容積の小さい固定版の断面寸法が求められる。

圖-5 によれば、5 以上の W に相当する c, m は大略一定で、 $c=1.3, m=0.265$ である。即ち、 W が 5 以上の場合は、この一定の c, m を用いることによつて、常に経済的な断面寸法がえられることがわかる。

4. スレカに対する検査

前章のはじめに述べたように、圖-5 を用いて設計した鉄筋コンクリート固定版は、曲げモーメントに対して安全であるが、ズレ力に対しては考えられていないので、一應ズレ力に対する検査が必要である。

版上の等分布荷重を動荷重と考へた場合、ズレ力に対して危険な断面はハンチ起点断面と固定断面とである。即ち、この 2 断面 (スパンの片側について) で安全であれば、他の断面でも充分安全である。しかして実用的範囲内のスパン、荷重、許容應力度の問題について種々計算した結果、許容ズレ應力度を 4.5 kg/cm^2 とすれば、圖-5 によつて設計した鉄筋コンクリート固定版はズレ力に対して一般に充分安全であることがわかつている。

5. 結 言

以上は直線ハンチをつけた鉄筋コンクリート固定版が鉛直荷重をうける場合の経済的設計について研究したものであつて、1. に述べた仮定のもとにえられた圖-5 は、スパン、版上の荷重、許容應力度が與えられたとき固定版の経済断面を求めるのに役立つものである。しかして、次の順序によつて、固定版の経済的断面寸法および主鉄筋断面積を算定することができる。

- ① 與えられた許容應力度 σ_{ca}, σ_{sa} によつて定められる係数 C_1, C_2 を求める。また、版の引張側表面から引張鉄筋断面図心までの厚さ d' のコンクリート重量を定め、これと予め與えられた版上の等分布荷重との和 w (kg/m^2) を求める。

② 求めた w, C_1 と、與えられたスパン l とを(7)に代入して、 W を計算する。

③ 圖-5 を用いて、②でえられた W に対する m, c, D を求める。

④ この D の値を用いて、(6) からスパン中央の有効高サ d を計算する。このようにしてえられた d, c, m 、およびはじめに定めた d' 、を用いて固定版の経済的な断面寸法を定める。

⑤ 必要な主鉄筋断面積は、曲ゲモーメントに対して、スパン中央と固定端とで、コンクリートおよび鉄筋がそれぞれ同時に許容應力度に達するように定める。

⑥ 念のため、ズレ力に対する検査を行う。

以上の方法によれば、予め版の断面寸法を仮定する必要がなく、従来の試的方法にくらべて容易に鉄筋コンクリート固定版の経済的設計を行うことができる。

しかして、以上の方法によつて設計した固定版と、曲ゲモーメントの計算において版高一定とみなしうるような小さなハンチをつける普通の方法によつたものとを、スパン 10m 以下の場合について種々比較した結果、後述の一例のように、圖-5 を用いる方法によれば、コンクリート容積および主鉄筋量において、10~20%節約できることがわかつている。

なお、圖-5 を用いて求めた固定版のスパン中央断面の有効高サ d は一般に $l/35$ より小さく、土木学会鉄筋コンクリート標準示方書 111 條(1)の規定に反する。しかしながら、この 111 條(1)は版に余り大きなタワミを生ぜしめないための実際上の考慮によつて規定したものであるから、この研究のように大きなハンチをつけた固定版に対しては当然緩和されてよいと考えられる。即ち、後述の例題に示すように、圖-5 を用いて設計した固定版のスパン中央のタワミを計算すれば、いづれの場合も $l/2000$ 以下であつて、普通の方法によつて設計した $l/35$ 以上の有効高サをもつ固定版のタワミと比較して明らかに小さい。故に規定の目的には充分適合しているものと考えられる。

現在は、以上の研究結果をもとに、引續いて鉄筋コンクリートラーメンの経済的設計について研究中である。

6. 例題

鉄筋コンクリート固定版において、スパン = 4m、版上の等分布荷重 = 952kg/m²、 $\sigma_c = 40\text{kg/cm}^2$ 、 $\sigma_{sa} = 1200\text{kg/cm}^2$ であるとき、圖-5 を用いて版の経済断面を算定し、これと普通の方法によるものとを比較した。

圖-5 による経済的断面寸法、主鉄筋断面積の算定

① $\sigma_{ca} = 40\text{kg/cm}^2$ 、 $\sigma_{sa} = 1200\text{kg/cm}^2$ 、であるから $C_1 = 0.411$ $C_2 = 0.00228$ である。また、版の巾 1m について考えて、版の引張側表面から引張鉄筋断面図心までの厚サ d' を 2cm とする。従つて、

$$\begin{aligned} \text{被りのコンクリート重量} &= 24 \times 2 = 48(\text{kg/m}^2) \\ \text{版上の等分布荷重} &= 952(\text{kg/m}^2) \\ \therefore w &= 1000(\text{kg/m}^2) \end{aligned}$$

② 本文の(7)に、 $l=4$ 、 $C_1=0.411$ 、 $w=1000$ を代入して W を計算する

$$W = \frac{w}{36C_1^2 l^2} = \frac{1000}{36 \times 0.411^2 \times 4^2} = 10.4$$

③ 圖-5 において、 $W=10.4$ に相当する m, c, D を求めれば、 $m=0.265$ 、 $c=1.3$ 、 $D=1$ をうる。

④ 本文の(6)に、 $l=4$ 、 $C_1=0.411$ 、 $D=1$ を代入すれば、スパン中央の有効高サ d は、

$$d = 3C_1^2 D = 3 \times 0.411^2 \times 4^2 \times 1 = 8(\text{cm})$$

となる。よつて、スパン中央の版厚は $8+2=10(\text{cm})$ である。また、固定端の有効高サ d_B は

$$d_B = (c+1)d = (1.3+1)8 = 18.5(\text{cm})$$

となる。また、ハンチの長サは、

$$ml = 0.265 \times 400 = 106(\text{cm})$$

となる。従つて、求むる版の経済的断面寸法が定められる。

⑤ スパン中央および固定端にうける主鉄筋断面積 A_{SC} 、 A_{SB} は、

$$A_{SC} = \frac{C_2}{C_1} \times 100d = \frac{0.00228}{0.411} \times 100 \times 8 = 4.5(\text{cm}^2)$$

$$A_{SB} = \frac{C_2}{C_1} \times 100d_B = \frac{0.00228}{0.411} \times 100 \times 18.5 = 10.4(\text{cm}^2)$$

である。主鉄筋の配置は、曲ゲモーメントから算定した鉄筋の太サおよび数に適應させる。また、 $A_{SC} = 4.5(\text{cm}^2)$ の $1/3$ はそのまま支点をこえて礎着し、残りの $2/3$ は曲ゲ上げて負鉄筋として用いる。

⑥ 念のためズレ力に対する検査をする。版上の等分布荷重を動荷重と考へて、最も危険となるハンチ起点および固定端におけるズレ應力度を計算すれば、

$$\text{ハンチ起点において、} \quad \tau_h = 1.76 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{固定端において、} \quad \tau_B = 1.52 \text{ kg/cm}^2$$

となる。よつてズレ力に対しても充分安全である。

比較 曲ゲモーメントの計算において版高一定とみなしうるような小さいハンチをつける普通的设计によれば、前記のスパン、荷重、許容應力度に対して、固定版の断面寸法、主鉄筋断面積は、次のようであ

る。

$d=12\text{ cm}$, $d_B=19\text{ cm}$, スパン中央の版厚 $=14\text{ cm}$,
 ハンチの長さ $=37\text{ cm}$, ($e=0.59$, $m=0.092$),
 $A_{SC}=6.7\text{ cm}^2$, $A_{SB}=8.5\text{ cm}^2$

そこで、圖-5を用いて設計した固定版(A)と、
 普通の方法によつたもの(B)とを、コンクリート容
 積、主鉄筋量、スパン中央の撓みの各々について比較
 する。

i) コンクリート容積

被りのコンクリートを省略して比較する。

(A)の場合 $V_c=dl(cm+1)$
 $=8 \times 4(0.265 \times 1.3 + 1) = 0.43\text{ (m}^3\text{)}$
 (B)の場合 $V'_c=dl(cm+1)$
 $=12 \times 4(0.59 \times 0.092 + 1) = 0.51\text{ (m}^3\text{)}$
 $V'_c/V_c=1.18$ (18%節約)

ii) 主鉄筋量

大略の主鉄筋量を、(鉄筋断面積) \times (スパン長
 l) によつて表わして比較する。

(A)の場合 $V_s=6.9\text{ l}$

(B)の場合 $V'_s=7.9\text{ l}$

$V'_s/V_s=1.14$ (14%節約)

iii) 節約スパン中央のタワミ

ハンチの部分のコンクリート重量は全スパンに等
 分布するものとして、タワミを計算し比較する。

(A)の場合 $d=8\text{ cm}$ は $l/35=11.4\text{ cm}$ より小さ
 い。スパン中央のタワミ $\delta=l/2\ 910$

(B)の場合 $d=12\text{ cm}$ は $l/35=11.4\text{ cm}$ より大き
 い。スパン中央のタワミ $\delta'=l/2\ 250$

明らかに $\delta < \delta'$ である。よつて、(A)の場合は規定
 の目的に十分適合している。

音響学的測定法によるコンクリートの強度の判定

正 員 樋 口 芳 朗*

ESTIMATING STRENGTH OF CONCRETE BY SONIC METHOD.

(JSC E March 1950)

By Yoshiro Higuchi C.E. Member

Synopsis The Author studies the Method of Estimating Strength of Concrete by Measuring Sonic Modulus of Elasticity, and presents new Formula coinciding better with Experiments. That is,

$$E_D = \{0.019(w/c) + 1.3\} \times 10^4 \times \sqrt{\sigma} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

E_D : Sonic Modulus of Elasticity

w/c : Water-Cement Ratio by Weight (%) σ : Compressive Strength (kg/cm²).

All $\phi 15\text{cm} \times 30\text{cm}$ Test Cylinders

The Author also states about its Applications.

要 旨 音響学的方法(共鳴法)によりコンクリートの動的弾性係数を測定し、これよりコンクリートの強度を判定する方法につき考察を加えて実際によくある新しい実験公式を示すと共に應用方面につき略述したものである。

序 言

コンクリートに対する音響学的測定法の應用は、約10年前から、T.C. Powers等によつてなされているが、我が國では高林博士が共鳴法を利用して、コンクリートの強度判定を行い成功を収めている。氏はその著書の中で動的弾性係数と強度の間の実験式を提出しているが、水セメント比が非常に大きい場合、或は水

セメント比が非常に小さい場合は動的弾性係数から推定した強度と実際の強度との間に相当大きな差を生ずるので、筆者は之に対して考察を加え、この差が最大で略±20%におさまる実験式を提唱したものである。米國では、音響学的測定法の一つであるタワミ振動を利用した共鳴法が暫定規格となつて發表され(Tentative Methods of Test for Fundamental Transverse Frequency of Concrete Specimens For Calculating Modulus of Elasticity, Sonic Method, C215-47T)。道路用コンクリートに対する品質判定に實用化せられている。音響学的測定法の利点は供試体を破壊せずに迅速簡易に測定の実行すること、一義的に弾性係数を定めうること等である。

1. 動的弾性係数(Sonic Modulus of Elasticity)と静的弾性係数

コンクリートのような粘弾性体にあつては、荷重速度が大なる場合、粘性の受け持つ力が大きくて此の部

* 日本國有鉄道技術研究所

1) T.C. Powers, L. Obert等の論文が Proc. A.S.T.M. の 1938, 1939にある。

2) 高林利秋「コンクリート無破壊試験法」鹿鳴社(1948)