

II-10 三径間対称連続梁の最小重量設計について

大阪市立大学 正員 倉田 宗章

最近塑性設計の研究が盛となり特に英米に於いては数多くの発表がなされている、しかし概して静荷重を受ける建築構造の如きものを対象としている場合が多いようである。こゝでは最も用いられる機會の多い対称スパン割の三径間連続梁に就き橋梁荷重の如く等分布荷重と1つの動き得る集中荷重を受ける場合、塑性設計の見地から最小重量となる可き設計につき検討したものである。まづ初めに等断面梁の場合について J. Foulkes の方法によって Design chart を作製し次いで側径間の崩壊機構を検討し最後に最小重量を與へるスパン割の理論式を導き更に変断面梁に言及する。

1) 與へられたスパン割に対する最小重量設計

梁は径間毎に等断面としその全塑性モーメントを M_1, M_2 とする、また構造の対称性により中央径間では明かに集中荷重が中央に載った場合が崩壊形式となるが側径間では異なるから梁端より μl_1 の距離に集中荷重の載る場合が崩壊形式となるものとする〔図-1 参照〕。ところで J. Foulkes の與へた定理によれば“ n 種類の全塑性モーメントをもつ構造物には n 個の自由度の崩壊機構をもつ最小重量設計が少なく共1個存在する”，今の場合全塑性モーメントは M_1 と M_2 の二種であるから自由度2の機構を考へる。対称性により連続梁の半分について考へればよい、さて全体として自由度の最も多い Over-complete な崩壊形式は図-1 (b) の如きものである、支点②に於ける塑性ヒンジの迴轉角及びそれに基づく部分梁迴轉角を図-2 の如く記せば此の崩壊機構につき内働、外働を等置して仕事式を作ると

$$2(1-\mu)l_1\left(W_1 + \frac{l_1 W_1}{2}\right)\theta + \frac{l_2}{2}\left(W_2 + \frac{l_2 W_2}{2}\right)\varphi = 2\left\{\left(1 + \frac{1}{\mu}\right)\theta - \delta\right\}M_1 + 2\{2\varphi + \delta\}M_2 \quad (1)$$

上式に於いて $\varphi=0$ とおけば側径間のみの部分崩壊に対応し中間支点に於いてヒンジ迴轉角で $\delta, \theta-\delta$ の2つの自由度をもつ。又もし $\theta=0$ とおけば中央径間のみの部分崩壊に対応し中間支点で φ, δ の2つの自由度をもつ、又 $\delta=\theta$ とおけば全径間の全体崩壊に対応するが中間支点では中央径間側にヒンジが発生する場合であつて此の場合は θ, φ が2つの自由度となる、又もし $-\delta=\theta$ とおけば矢張全体的崩壊に対する仕事式を得るが中間支点に於いてヒンジが側径間側に発生する場合となつて θ, φ が前同様2つの自由度を表はす。さて以上4つの場合につき、その2自由度を表はす迴轉角の値の如何に不拘(1)式が成立つ攝係数を定めれば M_1, M_2 が定まる、其上此等が静的許容な応力分布の存在を許すための条件と、一方連続梁の線形化した重量関数 $X (=2l_1 M_1 + l_2 M_2)$ に対する所謂 weight compatibility の条件とより

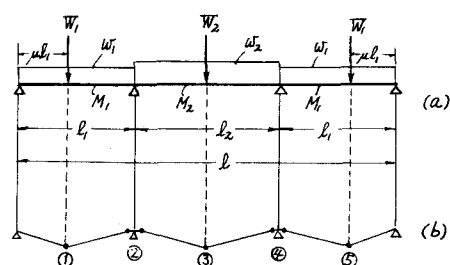


図-1

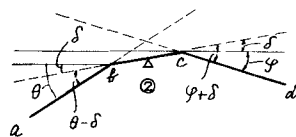


図-2

前記 M_1, M_2 の使用範囲が定まり結局図-3 及表-1 の如き Design chart が得られる。

表 - 1

領域	M_1	M_2
A	$\frac{\mu(1-\mu)}{1+\mu} l_1 \left(w_1 + \frac{l_1 w_1}{2} \right)$	左に同じ
B	$\frac{l_2}{8} \left(w_2 + \frac{l_2 w_2}{2} \right)$	左に同じ
C	$\mu(1-\mu) l_1 \left(w_1 + \frac{l_1 w_1}{2} \right) - \mu \frac{l_2}{8} \left(w_2 + \frac{l_2 w_2}{2} \right)$	$\frac{l_2}{8} \left(w_2 + \frac{l_2 w_2}{2} \right)$
D	$\frac{\mu(1-\mu)}{1+\mu} l_1 \left(w_1 + \frac{l_1 w_1}{2} \right)$	$\frac{l_2}{4} \left(w_2 + \frac{l_2 w_2}{2} \right) - \frac{\mu(1-\mu)}{1+\mu} l_1 \left(w_1 + \frac{l_1 w_1}{2} \right)$

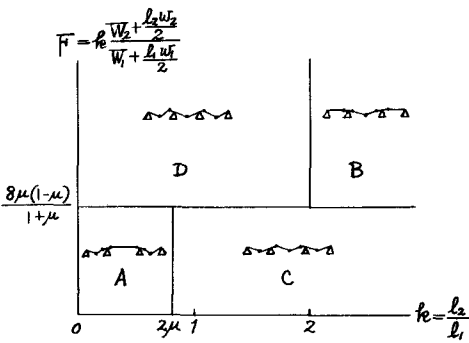


図 - 3

2)側径間に於ける塑性ヒンジの位置 集中荷重が移動し得る場合に対しては最も崩壊を起し易い位置と云うものに就いて考察して置く必要がある。中央径間では対称性から中央位置に集中荷重の載る場合が其の位置である事は明かであるが側径間では可成複雑であるヒンジ点の位置を種々仮定して崩壊荷重の大きさを比較した結果、スパン内ヒンジ点の発生可能領域は分布荷重と集中荷重との比 $\delta \left(= \frac{w l_1}{W} \right)$ 及 $\beta \left(= \frac{M_1}{M_2} \right)$ の如何により図-4に示す左右二本の δ 曲線に挟まれる区間であつて更に μ -for W_{min} 曲線上の位置が最小の崩壊荷重に対応し且ヒンジは集中荷重の位置と一致する。

3)最小重量を禁へるスパン割 以上の考察より $w_1 = w_2 = w$, $W_1 = W_2 = W$ なる場合について最小重量となるスパン割を禁へる式として

$$k = \frac{1}{2+\delta} \left\{ -(2+\lambda) + \sqrt{(2-\lambda)^2 + \lambda(4+\delta)(2+\gamma)} \right\} \quad \text{但し} \quad \gamma = \frac{l w}{W}, \quad \lambda = \frac{8\mu(1-\mu)}{1+\mu}$$

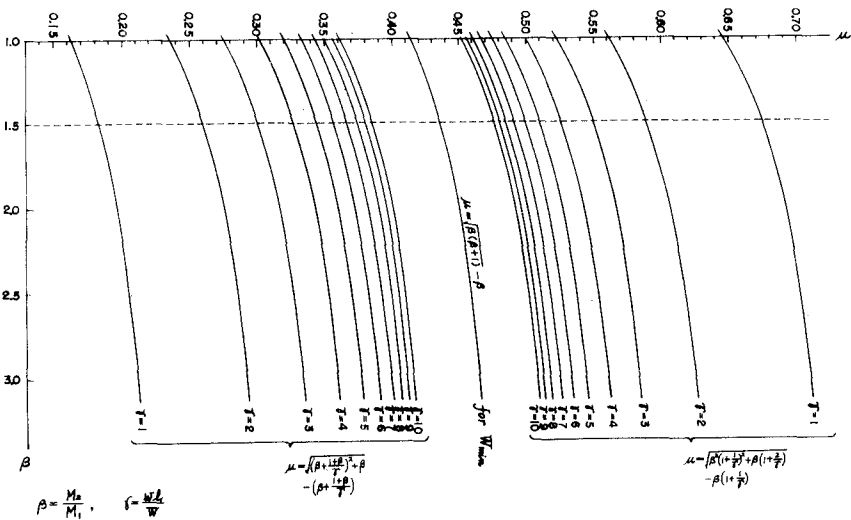


図 - 4