(Ｖ－20)　　　引張主鉄筋のＢｅｎｔ　ｕｐによる曲げ耐力低下論

ロック建設技術研究所　　正会員　　今井芳雄

§１．前言．曲げmomentに対する鉄筋の応力に余裕があるとの理由で引張主鉄筋をBent up してコンクリートの剪断補強に役立てるとするが、よく解析を進めるとBent up 点から支点までのdTの積分が失われることが云える。この失われた張力分だけBent up なしに支点まで延びている主鉄筋の張力の負担増となるのである本論はこれを解明するものである。

§２．中立面(neutral surface) の水平剪断力と引張主鉄筋の相互力関係

Span2Lの中央に荷重P をうけている単純支持桁を考える(Figure2-1)Bending moment は中央で最大、支点においてZero、その間直線変化である。ここで中央断面のBending momentをMc₁ m₁. mᵥ 断面のものをM₁ , Mᵥ とする。(Figure2-1)

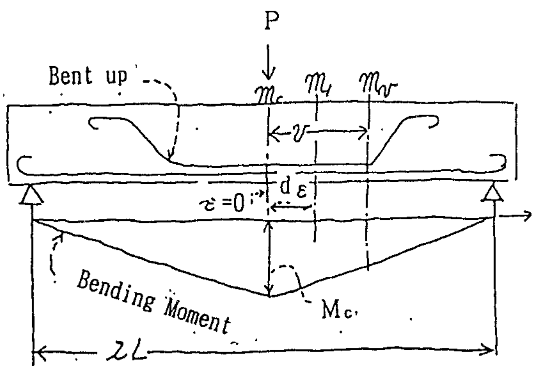

Figure 2.1

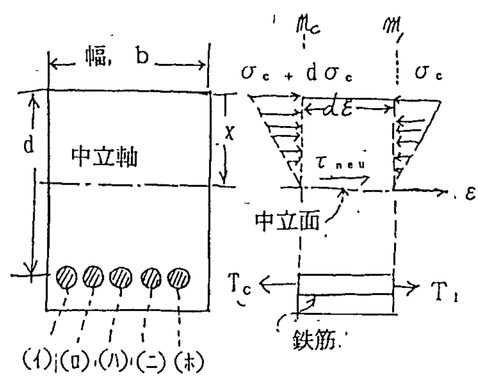

Figure 2.2 .

鉄筋は同じ直径の(イ)(ロ)(ハ)(ニ)(ホ) の5 本を１段に配置し(ハ) の鉄筋をBent up するものとする中立面(neutral surface,Figure2-2) においてm_c 面とm_1面に作用するσ_c の水平力に差があり、それは中立面における水平剪断力である。

$$(\sigma_c + d\sigma_c) \times \chi \times ½ \times b - \sigma_c \times \chi \times ½ \times b = \tau_{neu} \times bd\varepsilon$$

である。τ_{neu} ・・中立面の水平剪断力＝力×（長）$^{-2}$

$\therefore d\sigma_c \times \chi \times ½ b = \tau_{neu} \times bd\varepsilon$　　　m_c 断面の鉄筋張力をT_c

m_1 断面の鉄筋張力をT_1 とする

$\tau_{neu} \times bd\varepsilon$の剪断力は長さ $d\varepsilon$の鉄筋に付着力を介して全量伝わって $d\varepsilon$の鉄筋水平力が釣合う。

$T_c - T_1 = \Delta T = dT = \tau_{neu} \times bd\varepsilon$である。

m_c 断面のmoment＝M_c

m_1 断面のmoment＝M_1 とすれば

$$M_c = T_c \times (d - 1/3\ \chi) \times M_1 = T_1 \times (d - 1/3\ \chi)$$

$$\therefore M_c - M_1 = (d - 1/3\chi) \times dT$$

支点ε＝1/2 点でBending MomentはZeroになる。それ故ΔMを積分上限をε＝1/2 までとり、ΔMを積分すればMc になる。

$$\int_{\varepsilon=0}^{\varepsilon=\frac{L}{2}} \Delta M = M_c = \int_{\varepsilon=0}^{\varepsilon=\frac{L}{2}} \left(d-\frac{1}{3}x\right)\cdot dT = \left(d-\frac{1}{3}x\right)\cdot\int_{\varepsilon=0}^{\varepsilon=\frac{L}{2}} dT \quad = M_c \qquad \therefore \int_{\varepsilon=0}^{\varepsilon=\frac{L}{2}} dT = T_c$$

が云える。同様にBent up 点のm_v断面の鉄筋張力をT_vとすれは積分上限を$\varepsilon=1/2$，下限を$\varepsilon=\nu$にとって

$$\int_{\varepsilon=\nu}^{\varepsilon=\frac{L}{2}} \Delta M = \left(d-\frac{1}{3}x\right)\cdot\int_{\varepsilon=\nu}^{\varepsilon=\frac{L}{2}} dT = M_v \qquad \therefore \int_{\varepsilon=\nu}^{\varepsilon=\frac{L}{2}} dT = T_v$$

となる。　ここにおいて次の考察が成り立つ。5本の鉄筋のうち(ハ) 鉄筋(Figure2-2 ）は$\varepsilon=\nu$点でBent up すればこの点で(ハ) 鉄筋は$T_v \times 1/5$ 本を失うことになる。失ってσ_s＝Zeroになるわけである。鉄筋はBent up しただけでつながっているからZeroでないと云えるがどれだけのσ_sか誰もわからぬ。中央断面m_cでBending MomentM_cに桁が耐えるためには全張力T_cを保持しなければならぬ。即ち残り(イ)(ロ)(ニ)(ホ)の4本の鉄筋は$T_v \times 1/5$ 本$\times 1/4$ 本宛、$T_c \times 1/5$ 本に更に上積みされて負担しなければならぬ｛$T_c \times 1/5$ 本＋$T_v \times 1/5$ 本$\times 1/4$｝$\times 4$本
＋$T_c \times 1/5$ 本＋$T_v \times 1/5$ 本＝T_cで辻つまが会う。

§3．結言、引張主鉄筋がSpan中央でσ_sの応力計算となる解析式はこの主鉄筋が途中切れることなく支点まで届いているという暗黙の前提が必要である。然し本論で解析した様にSpan中央から$\varepsilon=\nu$の点で1本(ハ) 鉄筋をBent up すればBent up 点で又はその近傍で $\int_{\varepsilon=\nu}^{\varepsilon=\frac{L}{2}} dT = T_v$ の $\frac{1}{5本}$

が失われる。仮に失われないとしてもどれ程残るか詳らかには求め得ない。失われた分はSpan中央断面で引張力T_cの1部分減となる。減とならないで(イ)(ロ)(ハ)(ニ)(ホ) の5本全部を支点まで延ばしたのと同じであらうかT_vは中立面の剪断力を支点まで積分しなくとも直接断面m_vでのMomentからも求めうるが切断という考えをとり入れたのが本論の主旨である。
もSpan中央のBending Momentによって(イ)(ロ)(ニ)(ホ)の4本の鉄筋のσ_sが当初の計算式より増加しなければならぬ、σ_sの減少した(ハ) 鉄筋の伸びはすくないがコンクリートの $d\varepsilon$が増加して断面は平面保持されねばならぬから(ハ) 鉄筋とコンクリートの付着にはすべりが発生しなければならぬFigure2-2 の$T_c - T_1 = \Delta T = dT = \tau_{neu} \times bd\varepsilon$の関係は最後に$T_1$＝Zeroで終了する$T_1=0$ということは鉄筋の小口に何らの応力も存在しないことである。（１９９２－１０月）