

§1. 前言. ①弾性理論 極限設計 いずれも中立面から 鉄筋までのコンクリートには 張力はないものとして扱うわけで あるものは純粋せん断応力だけで これによるせん断力は 引張主鉄筋まで 伝わるねばならぬ このせん断力は 共役せん断応力 complementary shear stress の形を保つ。Beam 下面から出るコンクリートの斜め亀裂は この共役せん断応力の隅角部ベクトル合成結果の張力によっておきる と解析を進める ②折曲り鉄筋は 45° Bent up 間もなく この亀裂に到達するが その巨直は短い 即ち付着長が限定される。③この短い付着長にだけ頼るから 斜め stirrup と本質的に違うものである ④また Bent up 点では 主鉄筋として持つていた張力も存続している。この事は Yale 大学教授 Clarence W. Duham が 1953 年すでに主張している

§2. 共役せん断応力の ベクトル合成

主引張鉄筋側の 45° 亀裂を cf とする これは 共役せん断応力の作用するブロック $abce$ の主応力面である (Fig. 2.1-a)。図において $ce = fe = af = ab = \frac{1}{2}bc = \frac{1}{2}ac = \frac{1}{2}\Delta l''$ とする 亀裂 cf 全長の斜引張力を T_d とする 互に直角な隅角部せん断力のベクトル合成として求める $T_d = \sqrt{(\tau \times ce \times b_o)^2 + (\tau \times fe \times b_o)^2} \dots (2.1) = \sqrt{(\tau \times \frac{1}{2}\Delta l'' \times b_o)^2}$

$+ (\tau \times \frac{1}{2}\Delta l'' \times b_o)^2} \dots (2.2) = \tau \times \frac{1}{\sqrt{2}} \Delta l'' \times b_o \dots (2.3)$ 亀裂 cf は 45° であるから $cf = \frac{1}{\sqrt{2}} \Delta l'' \dots (2.4)$ ベクトル合成を省いて $cf \times \tau = T_d$ と α の傾きをもつ stirrup を解析するのは 1979 年版, Henry J. Cowan の著書にも採用している。筆者は斜め stirrup と違って折曲筋には U 字形で 正鉄筋をしかり取り巻く 機械的の滑り止めがなく 専ら短い付着長に頼らざるを得ないのが弱点であると主張するのである。圧縮部に入れた定着は斜引張力を全然受けないと解析したのである 次にブロック $abcf$ (Fig. 2.1-b) では $\tau \times ab \times b_o$ と $\tau \times af \times b_o$ との合力は面 bc 上で かつ中央で せん断力 $\tau \times bc \times b_o$ と交わる ブロック $abcf$ に掛る最終合力はこの交点をとって 45° 方向大いさは $(\tau \times bc \times b_o) \cos 45^\circ = \tau \times \frac{1}{\sqrt{2}} \Delta l'' \times b_o$ で T_d と釣合を保ち その付着長は cf 面から bc 面までとなる

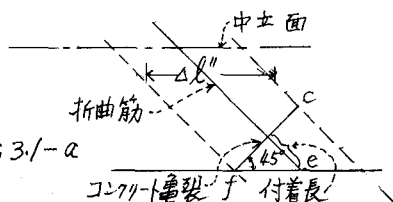
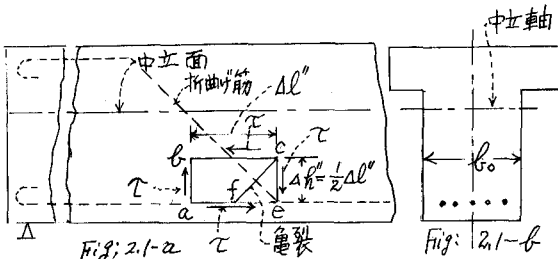
§3. 折曲り鉄筋の付着応力

折曲り鉄筋 1 本が 亀裂 cf の全張力をうけもつとすると その力は $T_d = \tau \times \frac{1}{\sqrt{2}} \Delta l'' \times b_o \dots (2.3)$ である T_d は ブロック $fcce$ (Fig. 3.1-a) を鉄筋から抜きとる力である。これは鉄筋の付着で 抵抗

する 付着長 $= ce \cos 45^\circ = \frac{1}{2}\Delta l'' \cos 45^\circ = \frac{1}{2}\Delta l'' \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \dots (3.1) = \frac{1}{2}cf \dots (3.2)$ 直径が D の折曲り鉄筋 が n 本並列であれば 付着応力を τ_o として $\tau_o \times \frac{1}{2}\Delta l'' \times \frac{1}{\sqrt{2}} \times n \cdot \pi D = \frac{1}{2}\Delta l'' \times b_o \times \tau \dots (3.3)$ と等置なくてはならない。 $\therefore \tau_o = \tau \times \frac{2b_o}{n \cdot \pi D} \dots (3.4)$ となる ここで $\tau \times b_o = \frac{S}{jd}$ であるから (3.4) 式 $= 2 \times \frac{S}{n \cdot \pi D \cdot jd} \dots (3.5)$ これら によって τ_o は $\Delta l''$ (斜引張力負担 区域) に関係ないことを示している 折曲り鉄筋の 間隔を密にしても 付着応力 τ_o を変えることは出来ない

§4. 断面圧縮力, 鉄筋張力, 中立面せん断応力の諸力相互伝達関係

鉄筋コンクリート Beam 横断面中立軸から上部圧縮力は 次頁 (4.1) 式である



$\int_{y=0}^{y=c_0} \frac{\sigma_c}{C_0} y dA = \frac{M}{I} \int_{y=0}^{y=c_0} y dA \dots (4.1)$, 支束Aで(4.1)式=0, 支束から dx 處で始めて

る。腹部幅を b_0 とし、 $\tau \times dx \times b_0 = \frac{dM}{I} \int_{y=0}^{y=c_0} y dA \dots (4.2)$ 断面圧縮が発生する。引張鉄筋に付着力として伝達される。B.M. が変化する時(4.2)式両辺を $x=0$ から x まで, $M=0$ から M まで積分する

$$\int_{x=0}^{x=x} \tau \cdot b_0 \cdot dx = \left(\int_{y=0}^{y=c_0} y dA \right) \frac{1}{I} \int_{M=0}^{M=M} dM \dots (4.3) = \frac{M}{I} \int_{y=0}^{y=c_0} y \cdot dA \dots (4.4)$$

$$= \frac{\sigma_c}{C_0} \int_{y=0}^{y=c_0} y \cdot dA \dots (4.5) = \text{断面圧縮力 } C \text{ (コンクリート)} \dots (4.6) = \text{鉄筋張力 } T \dots (4.7)$$

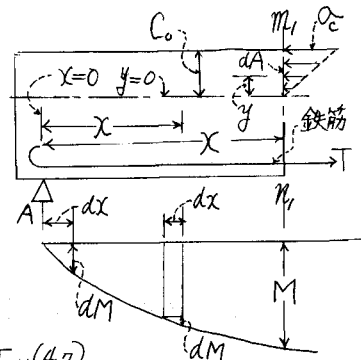


Fig. 4.1

1連の式は鉄筋張力 T が發揮するには、長さにおいて $x=0$ から x まで付着力が存在することが主鉄筋、折曲げ鉄筋 共に必要であることを解析している。引張主鉄筋を引張部で切断することが不可の判断は折曲げ鉄筋においても同様である。途中で打切れれば未知の応力再配分を生ずる

§5. 折曲げ鉄筋張力の2重性

折曲げ鉄筋の Bent up 又は主引張力が存続するから圧縮部で長さにおいて支束までのせん断断力をとらねばならぬことを明らかにした。一方45°斜め部は付着応力の有効な限り(2.3)式の T_d が独立に内部相殺力として加わるのである

§6. 設計例の検討

昭和56年4月土木学会コンクリートライブラリー第48号 P.127 に、折曲げ鉄筋2本...D32mmの負担せん断力 $V_u = 65.05^t$ と設計してある。これから折曲げ筋1本の負担するせん断断力を τ とすれば

$$\tau = \frac{1}{2} \frac{V_u}{j d \cdot b_0} = \frac{1}{2} \frac{65.05^t}{115.8^{\text{cm}} \times 80^{\text{cm}}} = 3.511 \text{ kg/cm}^2 \dots (6.1)$$

折曲げ鉄筋間隔120cmであるが(3.4)式から付着応力 τ は120cmに関係なく腹部幅 b_0 とし $\tau_c = \tau \times \frac{2 \times b_0}{1 \times \pi \times D} = 3.511 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{2 \times 80^{\text{cm}}}{1 \times \pi \times 32^{\text{cm}}} = 55.88 \text{ kg/cm}^2 \dots (6.2)$ が必要であり、stirrupの様にU字に鉄筋を

機械的に滑り止めがないのに、こういう高い付着力を期待出来るかどうか疑問がい、又P27 図-6(k)のように圧縮部での短い定着では曲げ上げに使われた正鉄筋が正鉄筋としてここで切断されたも同然と筆者は解析する。

§7. 結言

①引張主鉄筋側で共役せん断断力の作用するブロックの辺を1/2にして隅角部のベクトル合成が斜引張力である。そしてこの斜引張力は1/2のこのブロック内で相殺する内力である。従ってこれもコンクリート圧縮部定着に力を及ぼすものでない。②折曲げ鉄筋の付着応力 τ は専らせん断断力 V の変化の直接の関数である。正鉄筋の付着応力の解析式と同様である。③斜めstirrupはU字形の機械的の抱きこみ構造をもつが折曲げ筋はこれがなく、しかも短い付着長しかとり得ないことがわかった。コンクリートライブラリー第48号 P.38 (7.3.1) 式を折曲げ鉄筋に適用は再検討の要ありとおもう。④折曲げ筋は Bent up 處でそれまでの主引張力を負担すべきであるから面積において moment 上あまっても長さにおいて支束までの付着力が必要である。従って圧縮部定着長は支束まで必要である。しかし同じ断面面積は必要ないこと明らかである。(1982.3.20)

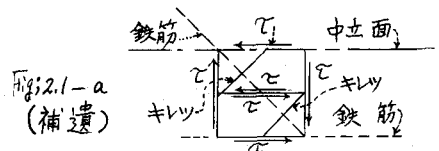


Fig.2.1-a (補遺)