

1. まえがき

斜めひびわれの発生による破壊のうち、純せん断破壊、せん断圧縮、及びせん断引張破壊等があげられるが、このうち、せん断圧縮及びせん断引張破壊の形態は応力の第一分配より斜めひびわれの転移についてはほぼ同一な破壊機構が成立すると云える。本報告に於ては比較的鉄筋で中程度のコンクリートを用いた単鉄筋矩形梁について、斜めひびわれへの転移は鉛直方向の性状にあるとして実験検討を行ったものである。

2. 鉛直ひびわれを持つ鉄筋コンクリート梁の性質

ひびわれ発生順序に基づき梁引張側に発生して応力の第一分配が行われた梁を鉛直ひびわれによって挟まれたコンクリートは片持梁としての機能を有する¹⁾。これが梁の変形と対応して斜めひびわれの要因を作るものと思はれる。これより、Fig-1に示す如き模型を考え、力の釣合の条件、ひずみの適合条件を満足する抵抗モーメントを求めると、図中O点に於ける片持梁としてコンクリートの抵抗モーメント cM_{ct} は、

$$cM_{ct} = \frac{b}{E_c} \left\{ \int_0^{E_{tu}^x} f(E_c x) E_{tx}^2 dE_x^x + \int_0^{E_c^x} f(E_c x) E_{cx}^2 dE_c^x \right\}$$

より、最大の応力及びひずみは引張側に生じるものとし、 σ_{tu} , ϵ_{tu} とすると、

$$cM_{ct} = \frac{b \cdot n^2}{E_{tu}^2} \left\{ \int_0^{\epsilon_{tu}} f(E_c x) E_{tx}^2 dE_x^x + \int_0^{(1-n^2)\epsilon_{tu}/k^2} f(E_c x) E_{cx}^2 dE_c^x \right\} = b n^2 \Phi_2 \sigma_{ct} \quad \dots (1)$$

$$\text{こゝに、} \quad \Phi_2 = \frac{1}{E_{tu}^2 \sigma_{ct}} \left\{ \int_0^{\epsilon_{tu}} f(E_c x) E_{tx}^2 dE_x^x + \int_0^{(1-n^2)\epsilon_{tu}/k^2} f(E_c x) E_{cx}^2 dE_c^x \right\}$$

で示される。又、鉛直ひびわれ間の主筋による抵抗モーメント sM_{ct} は、CRACK-mに於けるひずみを $\epsilon_{s,m}$ 、 $m+1$ に於けるひずみを $\epsilon_{s,m+1}$ とし、主筋の応力並びにひずみが弾性限度以下にあるものとする、 $\epsilon_{s,m}$, $\epsilon_{s,m+1} < \epsilon_{sy}$

よって、 $\sigma_s = E_s \cdot \epsilon_s$ であるから、鉛直ひびわれ間隔 ΔX 間に於ける ΔT は、

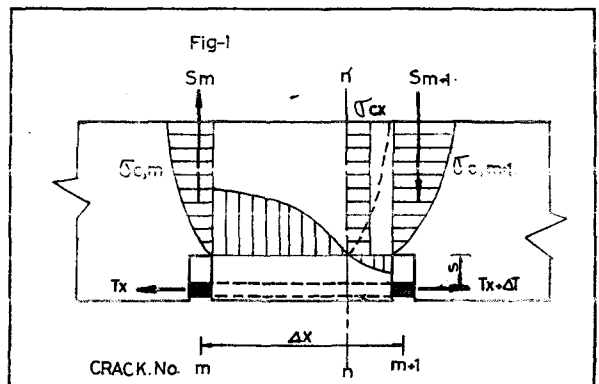
$$\Delta T = T_{m+1} - T_m = A_s E_s (\epsilon_{s,m+1} - \epsilon_{s,m})$$

で表はされ、この力 ΔT のアームの高さを鉛直ひびわれの深さ S とすると、

$$sM_{ct} = \Delta T \cdot S = A_s E_s \Delta \epsilon \cdot S$$

$$\dots (2)$$

よって、式(1),(2)に於ける計算結果を示せばFig-2の如くである。図に示される如く主筋による ΔT は $\Delta \epsilon = 0$ の点で、



$E_{s,m+1} = E_{s,m}$ となり鉛直ひびわれ間のコンクリートが受ける力は ΔT より T_m に移行され最大となる。この $\Delta T = 0$ での荷重と転移荷重とし M_{ct} の算定に用いる。よって $M_{ct}/b\Delta x^2$ は、

$$mM_{ct} = T_m \cdot s = bn^2\Phi_2\sigma_{ct}$$

$$\frac{M_{ct}}{b\Delta x^2} = R^2\Phi_2\sigma_{ct} \quad \dots\dots (3)$$

、よきはされ、式(3)による実験値は G.N.J. Kani 氏の推論による $M_{ct}/b\Delta x^2 = f_t/6$ ²⁾ より若干高い値を示した。又、アンカー部の平均圧縮応力度を σ_{cx} とすれば $C=T$ の条件より、

$$C = b(d-s)\sigma_{cx} \quad , \quad T = bn^2\Phi_2\sigma_{ct}/s$$

$$\therefore \sigma_{cx} = \frac{R^2\Phi_2\Delta x^2}{(d-s)s} \cdot \sigma_{ct} \quad \dots\dots (4)$$

これが、圧縮側コンクリート

の斜めひびわれへの転移時に於ける梁軸方向の平均応力度である。こゝで図中○点に於けるモーメントの釣合ひ、又、集中荷重の場合として、

$$S_m = S_{m+1} \text{ であるから、}$$

$$S_m \Delta x = bn^2\Phi_2\sigma_{ct} + R^2d\sigma_{ct}/2\Delta x$$

より、平均せん断応力度 τ_{TR}

$$\text{は、} \quad \tau_{TR} = \frac{S_m}{bd}$$

$$= \left\{ 1 + \frac{(d-s)}{2s} \right\} R^2\Phi_2\sigma_{ct} \frac{\Delta x}{d}$$

$\dots\dots (5)$

又、梁軸に対して直角に働く応力 (σ_{cy}) を求めるため、

Walther³⁾、北田・稲葉ら⁴⁾の推論に基づき Mohr の破壊条件を適用して σ_{cy} を求めると、

$$\sigma_{cy} = \frac{1}{2} \left\{ 2 \frac{R^2\Phi_2\Delta x^2}{(d-s)s} \sigma_{ct} - \sigma_{cx} + \sqrt{\sigma_{cx}^2 - 4 \left\{ 1 + \frac{(d-s)}{2s} \right\} \frac{\Delta x}{d} R^2\Phi_2\sigma_{ct}} \right\} \quad \dots\dots (6)$$

となる。

3. 考 察

本報告に於てはひびわれ発生順序を鉛直ひびわれから斜めひびわれへ転移し、この斜めひびわれが破壊に至った場合で、破壊は全てせん断スパン内でのせん断圧縮、せん断引張破壊に適用した。又、斜めひびわれの発生は鉛直ひびわれの発生による影響が大であり、これと梁変形の状況により斜めひびわれへ転移するものと思はれるが、LTRに於けるコンクリート部の抵抗モーメント $cM_{ct} = \max$ の算定には測定上の問題、材料の不均一性等が含まれ統一的表现は困難であるように思える。

参考文献

- 1) 北田・原；土木学会27周年記念講演会， 2) G.N.J. Kani：Journ. of A.C.I. 1966 也。
- 3) R. Walther, Leonhardt：Beton und Stahlbetonbau 2, 3, 6, 7, 8, 11 1962。