

神戸大学工学部 正員 藤井 学

〃 〃 北村 泰寿

〃 〃 荒木 毅

§1. まえがき

フレテンションPC桁端部の水平ひびわれに対する補強上の基礎資料を得る目的で、新JIS桁を対象とし、最大鉛直方向引張応力の生じる位置に水平ひびわれを設定した状態に対して、鉛直スターラップ筋量とひびわれ幅の関係などを有限要素法によって検討考察した。

§2. 研究計画概要

対象桁としては、JIS A5316-1970でのBS-100-22桁(桁高100cm, $\phi 12.4$ mm スtrand 22本 直線配置)を採用した。桁の弾性係数およびポアソン比はそれぞれ $3.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ および 0.17 とした。桁端部の分割要素は1辺5cmの三角形とした。定着長はすべて50cm ($\phi 12.4$ mmの約40倍)とし、定着域での導入力分布は指数関数的とした。水平ひびわれの位置は桁下縁から35cmとした。

応力および変位の計算は、JIS桁と同一の位置に $\phi 12.4$ mm スtrandの導入力(11.2cm $\times$ 22本)を作用させた場合、およびスターラップの付着応力分布を三角形分布(図-2)と仮定して、図-1の①～④の位置に単位力 V_i ($i=1\sim 4$) をそれぞれ単独に作用させた場合の、計5ケースについて行なった。これらの計算結果を利用して、次に示す解法より種々の情報が得られる。

§3. 解析方法

まず記号として、

V_i : 位置 i におけるひびわれ面でのスターラップ引張力

δ_{ij} : V_j によるコンクリートの位置 i における鉛直変位で、はりとしての変位 δ_i^0 と局部変位 $\Delta \delta_{ij}$ との和である。

S_i : 位置 i での V_i に対応するスターラップの抜け出し量

δ_i^s : スターラップの付着発生域(ひびわれ面から上下に各 l) での V_i に対応するスターラップの伸び量

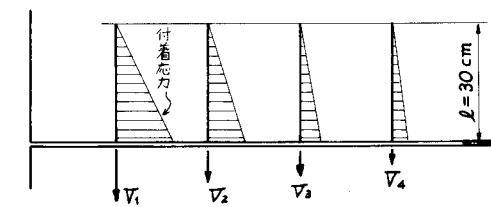
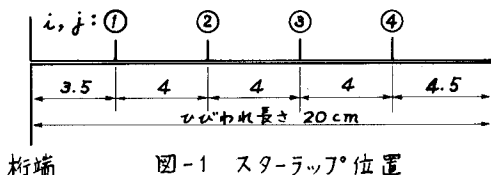
w_i : 全プレストレス導入直後の位置 i でのひびわれ幅

次に、各位置における鉛直変位の適合条件は、 w_i が S_i と V_j ($j=1\sim 4$) による位置 i での変位との和であるから、

$$w_i = S_i + \sum_{j=1}^4 \delta_{ij} \quad (i=1\sim 4) \quad (1)$$

S_i と δ_i^s との関係については、スターラップの抜け出し量 S_i は、定着域でのスターラップの伸び量 δ_i^s からコンクリートの局部変位 $\Delta \delta_{ii}$ を差し引いたものに等しいから、 $S_i = \delta_i^s - \Delta \delta_{ii}$ または、

$$S_i = \delta_i^s - \delta_{ii} + \delta_{ii}^0 \quad (i=1\sim 4) \quad (2)$$



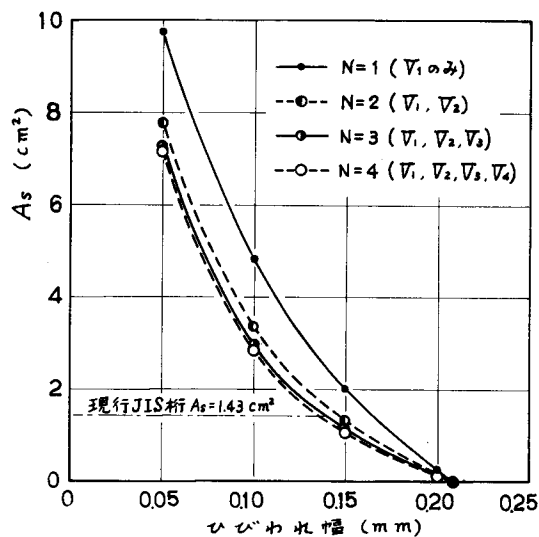


図-3 V_1 作用位置におけるひびわれ幅と所要スターラップ筋量

V_i と δ_{ij} あるいは δ_{ij}^0 とは比例関係にあるものとして、

$$\left. \begin{aligned} \delta_{ij} &= a_{ij} V_i \\ \delta_{ij}^0 &= b_{ij} V_i \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

比例定数 a_{ij} , b_{ij} は有限要素法による計算結果より与えられる。

δ_i^s は、付着応力の三角形分布の仮定より

$$\delta_i^s = \frac{2l V_i}{3 A_s E_s} \quad (4)$$

なお、数値計算では各位置のスターラップ筋量 A_s は同一とし、また $l=30$ cmと仮定した。

§4. 計算結果と考察

V_1 作用位置におけるひびわれ幅 S_1 と所要スターラップ筋量 A_s との関係を図-3に示す。図より、 S_1 を小さく制限すると当然のことながら非常に大きい A_s が必要であり、また V_3 あるいは V_4 を作用させても S_1 を小さくする効果は小さいことがわかる。

図-4および図-5に、種々の S_1 に対する軸方向に沿うひびわれ幅分布および各位置でのスターラップの応力 σ_s を示す。

現行JIS桁では、D10のスターラップ($A_s=0.713$ cm²×2)が6組配置されており、図-1の $N=4$ の曲線から対応するひびわれ幅を読み取ると、 $S_1=0.14$ mmとなる。参考として、この他に2種の配筋例によるひびわれ幅の値を表-1に示す。なお、ひびわれ幅のさらに正確な定量的評価のためには、鉄筋径、コンクリート配合などの付着応力分布への影響について検討する必要がある。

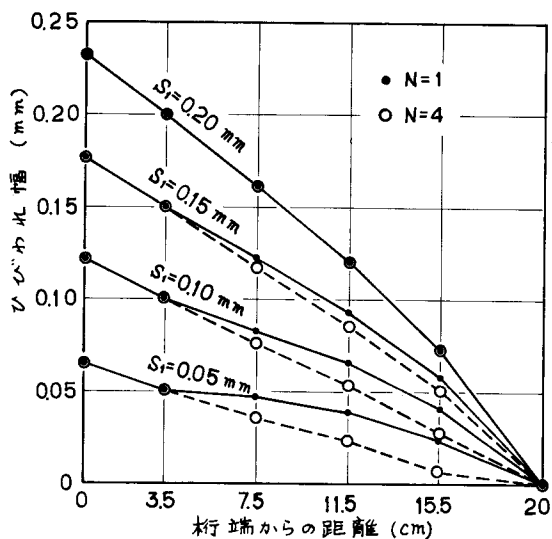


図-4 ひびわれ幅の分布

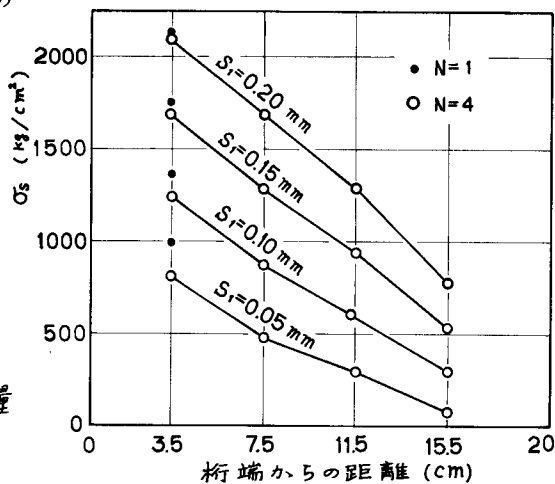


図-5 スターラップの引張応力

表-1 配筋例によるひびわれ幅

配筋方法	総スターラップ筋量 (cm ²)	ひびわれ幅 (mm)	
		V_1 作用位置	桁端
① 現行JIS桁 (D10, $N=4$)	$143 \times 4 = 5.70$	0.14	0.16
② D10×2 ($N=2$) (束ね筋)	$285 \times 2 = 5.70$	0.11	0.13
③ D10×2 ($N=3$) (束ね筋)	$285 \times 3 = 8.55$	0.10	0.12