

I-7 鋼合成げた端部ジベルせん断力に 及ぼすジベルの剛度の影響について

北海道開発局

正員 西本 藤彦

函館工業高等専門学校 正員 外崎 忍

1 まえがき

鋼合成げたの端部のジベルの設計では、周知のように床版と鋼げたの温度差と床版コンクリートの乾燥収縮によるせん断力が、活荷重や合成後死荷重によるせん断力より大きく全せん断力の 60~70% を占めるのが通例である。この温度差と乾燥収縮によるせん断力は端部の数本のジベルで殆ど負担されるが、中でも最端部ジベルの負担する割合は非常に大きい。ところでこの温度差と乾燥収縮によるせん断力の分布は、示方書¹⁾の規定によると支間の $1/10$ 又は主げた間隔のいずれか小さい方の範囲に支点上で最大となる三角形に分布させることになっているが、この規定は鋼合成げたの他の部分の設計法に比較して精度上大雑把な感じを受ける。

このせん断力に影響のある因子としては、ジベルの剛度、コンクリート床版断面諸値、鋼げた断面諸値、けた長さなど多くのものが考えられるが、この中でジベルの剛度は現在使用されているブロック又は溝型ジベルとスタッドジベルを同じ条件のもとで設計した場合、両者の間には大きく差があり、スタッドジベルの剛度はブロック又は溝型ジベルの半分程度であることがこれまでの研究²⁾で確かめられている。常識的に考えても剛度の小さいジベルでは温度差と乾燥収縮によるせん断力の分布は広範囲になり、最端部ジベルのせん断力の負担の割合は小さくなることが予想される。本研究ではジベルの剛度を組み込んだ温度差および乾燥収縮によるジベルせん断力の一解法を示し、数値計算例によってこのジベルせん断力に及ぼすジベルの剛度の影響を考察するものである。

2 構造解析の考え方

構造形式としては図-1に示すように、コンクリート床版および鋼げたは支間中央を支点とする片持ちばりを静定系とし、ジベル上のある位置でコンクリート床版と鋼げたがヒンジ結合されている高次不静定構造物と考える。(ジベル上のある位置は、これまでの研究²⁾より推定した結果ブロックジベルではジベルの頂点と考えてよい)このように考えると各ジベル位置で水平方向と鉛直方向の不静定力を導入することになる。このうち水平方向不静定力がジベルに作用するせん断力となる。

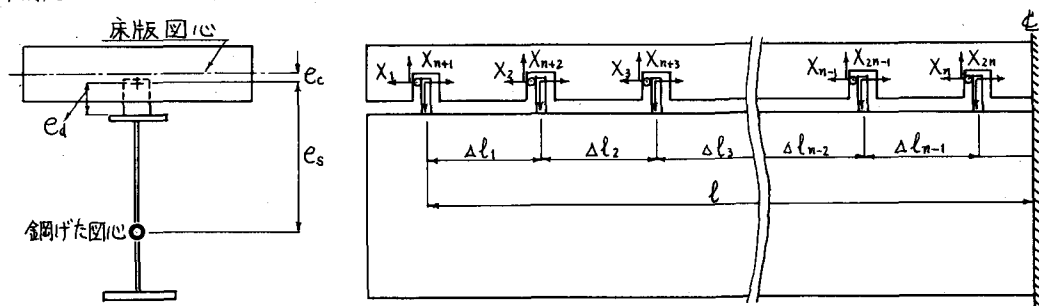


図-1 構造説明図

3 温度差によるジベルせん断力の解法

図-1に示す記号の他に、解法に必要な定数の記号は次のとおりとする。

A_c : 床版コンクリート断面積, E_c : コンクリート弾性係数, I_c : コンクリート断面二次モーメント
 A_s : 鋼げた断面積, E_s : 鋼弾性係数, I_s : 鋼げた断面二次モーメント, A_d : ジベル断面積

G: 鋼せん断弾性係数, I_d : ジベル断面二次モーメント, α : 線膨張係数, T : 床版と鋼げたとの温度差
 この他に次のように定数を定めて $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n, X_{n+1}, \dots, X_{2n}$ に関する弾性方程式を求めるが
 X_1 方向 (第1行目) および X_{n+1} 方向 (第 $n+1$ 行目) の変位のつりあい式を次のように導く。

$$K(1) = \frac{1}{E_c} \left(\frac{1}{A_c} + \frac{e_c^2}{I_c} \right), \quad K(2) = \frac{1}{E_s} \left(\frac{1}{A_s} + \frac{e_s^2}{I_s} \right), \quad K(3) = K(1) + K(2)$$

$$K(4) = k \frac{e_d}{G A_d} + \frac{e_d^3}{3 E_s I_d}, \quad K(5) = \frac{K(4)}{K(3)}, \quad K(6) = 1 + \frac{K(5)}{\ell}, \quad K(7) = 1 + \frac{K(5)}{\ell - \Delta \ell_1}$$

$$K(n+5) = 1 + \frac{K(5)}{\ell - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i}, \quad K'(1) = \frac{e_c}{2 E_c I_c}, \quad K'(2) = \frac{e_s}{2 E_s I_s}, \quad K'(3) = K'(1) - K'(2)$$

$$K''(1) = \frac{1}{6 E_c I_c}, \quad K''(2) = \frac{1}{6 E_s I_s}, \quad K''(3) = K''(1) + K''(2), \quad K = \frac{K'(3)}{K(3)}, \quad K' = \frac{K''(3)}{K'(3)}$$

温度差による床版の変位	$\alpha \cdot T \cdot \ell$
X_1 による床版の変位	$K(1) \cdot \ell \cdot X_1$
X_2 " "	$K(1) \cdot (\ell - \Delta \ell_1) \cdot X_2$
.....	
X_n " "	$K(1) \cdot \left(\ell - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i \right) \cdot X_n$
X_1 によるジベルの変位	$K(4) \cdot X_1$
X_1 による鋼げたの変位	$K(2) \cdot \ell \cdot X_1$
X_2 " "	$K(2) \cdot (\ell - \Delta \ell_1) \cdot X_2$
.....	
X_n " "	$K(2) \cdot \left(\ell - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i \right) \cdot X_n$

X_{n+1} による床版の変位	$K'(1) \cdot \ell^2 \cdot X_{n+1}$
X_{n+2} " "	$K'(1) \cdot (\ell - \Delta \ell_1)^2 \cdot X_{n+2}$
.....	
X_{2n} " "	$K'(1) \cdot \left(\ell - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i \right)^2 \cdot X_{2n}$
X_{n+1} による鋼げたの変位	$K'(2) \cdot \ell^2 \cdot X_{n+1}$
X_{n+2} " "	$K'(2) \cdot (\ell - \Delta \ell_1)^2 \cdot X_{n+2}$
.....	
X_{2n} " "	$K'(2) \cdot \left(\ell - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i \right)^2 \cdot X_{2n}$

以上の各変位を加えて次のような X_1 方向の変位のつりあい式が得られる。

$$K(4)X_1 + K(3)\ell X_1 + K(3)(\ell - \Delta \ell_1)X_2 + \dots + K(3)\left(\ell - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i\right)X_n + K'(3)\ell^2 X_{n+1} + K'(3)(\ell - \Delta \ell_1)^2 X_{n+2} + \dots + K'(3)\left(\ell - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i\right)^2 X_{2n} = \alpha T \ell$$

X_1 による床版の変位	$K'(1) \cdot \ell^2 \cdot X_1$
X_2 " "	$K'(1) \cdot (\Delta \ell_1 + \ell) \cdot (\ell - \Delta \ell_1) \cdot X_2$
.....	
X_n " "	$K'(1) \cdot \left(\sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i + \ell \right) \cdot \left(\ell - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i \right) \cdot X_n$
X_1 による鋼げたの変位	$K'(2) \cdot \ell^2 \cdot X_1$
X_2 " "	$K'(2) \cdot (\Delta \ell_1 + \ell) \cdot (\ell - \Delta \ell_1) \cdot X_2$
.....	
X_n " "	$K'(2) \cdot \left(\sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i + \ell \right) \cdot \left(\ell - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i \right) \cdot X_n$

X_{n+1} による床版の変位	$K''(1) \cdot \ell^3 \cdot X_{n+1}$
X_{n+2} " "	$K''(1) \cdot (2\ell - \Delta \ell_1) \cdot (\ell - \Delta \ell_1)^2 \cdot X_{n+2}$
.....	
X_{2n} " "	$K''(1) \cdot (2\ell + \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i) \cdot \left(\ell - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i \right)^2 \cdot X_{2n}$
X_{n+1} による鋼げたの変位	$K''(2) \cdot \ell^3 \cdot X_{n+1}$
X_{n+2} " "	$K''(2) \cdot (2\ell - \Delta \ell_1) \cdot (\ell - \Delta \ell_1)^2 \cdot X_{n+2}$
.....	
X_{2n} " "	$K''(2) \cdot (2\ell + \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i) \cdot \left(\ell - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i \right)^2 \cdot X_{2n}$

以上の各変位を加えて次のような X_{n+1} 方向の変位のつりあい式が得られる。

$$K'(3) \cdot \ell^2 X_1 + K'(3)(\Delta \ell_1 + \ell)(\ell - \Delta \ell_1)X_2 + \dots + K'(3)\left(\sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i + \ell\right)\left(\ell - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i\right)X_n + K''(3)\ell^3 X_{n+1} + K''(3)(2\ell - \Delta \ell_1)(\ell - \Delta \ell_1)^2 X_{n+2} + \dots + K''(3)(2\ell + \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i)\left(\ell - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i\right)^2 X_{2n} = 0$$

X_1, X_{n+1} 方向以外の変位のつりあい式も同様に求められ、これを整理して次のような弾性方程式が導かれる。

$$K(6)\ell X_1 + (\ell - \Delta \ell_1)X_2 + (\ell - \Delta \ell_1 - \Delta \ell_2)X_3 + \dots + \left(\ell - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta \ell_i\right)X_n + K\ell^2 X_{n+1} + K(\ell - \Delta \ell_1)^2 X_{n+2}$$

$$\begin{aligned}
& + K(l - \Delta l_1 - \Delta l_2)^2 X_{n+3} + \cdots + K(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_{2n} = \frac{\alpha T l}{K(3)} \cdots \cdots \cdots 1 \text{ 行目} \\
& (l - \Delta l_1) X_1 + K(7)(l - \Delta l_1) X_2 + (l - \Delta l_1 - \Delta l_2) X_3 + \cdots + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_n + K(\Delta l_1 + l)(l - \Delta l_1) X_{n+1} \\
& + K(l - \Delta l_1)^2 X_{n+2} + K(l - \Delta l_1 - \Delta l_2)^2 X_{n+3} + \cdots + K(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_{2n} = \frac{\alpha T (l - \Delta l_1)}{K(3)} \cdots \cdots 2 \text{ 行目} \\
& (l - \Delta l_1 - \Delta l_2) X_1 + (l - \Delta l_1 - \Delta l_2) X_2 + K(8)(l - \Delta l_1 - \Delta l_2) X_3 + \cdots + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_n \\
& + K\{(\Delta l_1 + \Delta l_2) + l\} \{l - (\Delta l_1 + \Delta l_2)\} X_{n+1} + K\{\Delta l_2 + (l - \Delta l_1)\} \{l - (\Delta l_1 + \Delta l_2)\} X_{2n} \\
& + K(l - \Delta l_1 - \Delta l_2)^2 X_{n+3} + \cdots + K(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_{2n} = \frac{\alpha T (l - \Delta l_1 - \Delta l_2)}{K(3)} \cdots \cdots \cdots 3 \text{ 行目} \\
& \cdots \cdots \cdots \\
& (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_1 + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_2 + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_3 + \cdots + K(n+5)(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_n \\
& + K(\sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i + l)(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_{n+1} + K\{\sum_{i=2}^{n-1} \Delta l_i + (l - \Delta l_1)\} (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_{n+2} \\
& + K\{\sum_{i=3}^{n-1} \Delta l_i + (l - \Delta l_1 - \Delta l_2)\} (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_{n+3} + \cdots + K(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_{2n} = \frac{\alpha T (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i)}{K(3)} \cdots \cdots n \text{ 行目} \\
& l^2 X_1 + (\Delta l_1 + l)(l - \Delta l_1) X_2 + \{(\Delta l_1 + \Delta l_2) + l\} (l - \Delta l_1 - \Delta l_2) X_3 + \cdots + (\sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i + l)(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_n \\
& + K' 2 l^3 X_{n+1} + K'(2l + \Delta l_1)(l - \Delta l_1)^2 X_{n+2} + K'\{2l + (\Delta l_1 + \Delta l_2)\} (l - \Delta l_1 - \Delta l_2)^2 X_{n+3} + \cdots \\
& + K'(2l + \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i)(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i)^2 X_{2n} = 0 \cdots \cdots \cdots n+1 \text{ 行目} \\
& (l - \Delta l_1)^2 X_1 + (l - \Delta l_1)^2 X_2 + \{\Delta l_2 + (l - \Delta l_1)\} (l - \Delta l_1 - \Delta l_2) X_3 + \cdots + \{\sum_{i=2}^{n-1} \Delta l_i + (l - \Delta l_1)\} (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_n \\
& + K'(2l + \Delta l_1)(l - \Delta l_1)^2 X_{n+1} + K' 2 (l - \Delta l_1)^3 X_{n+2} + K'\{2(l - \Delta l_1) + \Delta l_2\} (l - \Delta l_1 - \Delta l_2)^2 X_{n+3} + \cdots \\
& + K'\{2(l - \Delta l_1) + \sum_{i=2}^{n-1} \Delta l_i\} (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_{2n} = 0 \cdots \cdots \cdots n+2 \text{ 行目} \\
& (l - \Delta l_1 - \Delta l_2)^2 X_1 + (l - \Delta l_1 - \Delta l_2)^2 X_2 + (l - \Delta l_1 - \Delta l_2)^2 X_3 + \cdots + \{\sum_{i=3}^{n-1} \Delta l_i + (l - \Delta l_1 - \Delta l_2)\} (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_n \\
& + K'\{2l + (\Delta l_1 + \Delta l_2)\} (l - \Delta l_1 - \Delta l_2)^2 X_{n+1} + K'\{2(l - \Delta l_1) + \Delta l_2\} (l - \Delta l_1 - \Delta l_2)^2 X_{n+2} + \cdots \\
& + K' 2 (l - \Delta l_1 - \Delta l_2)^3 X_{n+3} + \cdots + K'\{2(l - \Delta l_1 - \Delta l_2) + \sum_{i=3}^{n-1} \Delta l_i\} (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i)^2 X_{2n} = 0 \cdots \cdots n+3 \text{ 行目} \\
& \cdots \cdots \cdots \\
& (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i)^2 X_1 + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i)^2 X_2 + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_3 + \cdots + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_n \\
& + K'(2l + \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i)(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i)^2 X_{n+1} + K'\{2(l - \Delta l_1) + \sum_{i=2}^{n-1} \Delta l_i\} (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i)^2 X_{n+2} \\
& + K'\{2(l - \Delta l_1 - \Delta l_2) + \sum_{i=3}^{n-1} \Delta l_i\} (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i)^2 X_{n+3} + \cdots + K' \frac{1}{3} (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i)^3 X_{2n} = 0 \cdots \cdots 2n \text{ 行目}
\end{aligned}$$

注) 後述の計算例(表-1)に示すように、端部ジベルのせん断力は端部の数本のジベルの変位のつりあいから成る弾性方程式を考慮すれば精度的には充分である。又鋼げた断面も実際は変断面であるが、断面の諸値は平均の値を用いても大差はない。

4 乾燥収縮によるジベルせん断力の解法

後述の計算結果(表-1)によると温度差によるジベルせん断力は、水平方向不静定力のみ導入して計算しても大差がないので、乾燥収縮によるせん断力も同様の傾向をもつものとみて、解法には水平方向不静定力のみ導

入する。又図-1, 2. に示す記号の他に必要な定数の記号は次の通りとする。

ε_s : コンクリートの最終収縮度、 φ_2 : 乾燥収縮の拘束に伴うクリープのクリープ係数

X_1 方向の変位のつりあい式を 2, 3. の諸定数を用いて次のように導く。

$t=0$ より t 時間経過後の Δt 間に生ずる変位

乾燥収縮による床版の変位 $-\varepsilon_s/\varphi_2 \cdot l \cdot d\varphi$

Δt 間に発生する不静定力による床版の弾性変位

dX_1 による変位 $K(1) \cdot l \cdot dX_1$

dX_2 " $K(1) \cdot (l - \Delta l_1) \cdot dX_1$

.....

dX_n " $K(1) \cdot (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) \cdot dX_n$

Δt 間に発生する dX_1 によるジベルの弾性変位

$K(4) \cdot dX_1$

Δt 間に発生する不静定力による鋼げたの弾性変位

以上の変位を加えて X_1 方向の変位のつりあい式が得られるが 3. の諸定数を用いて整理する。

$$K(4) dX_1 + K(3) l dX_1 + K(3)(l - \Delta l_1) dX_2 + \dots + K(3)(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) dX_n + \dots + K(1) l X_1 d\varphi \\ + K(1)(l - \Delta l_1) X_2 d\varphi + \dots + K(1)(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_n d\varphi - \frac{\varepsilon_s}{\varphi_2} l d\varphi = 0$$

上式を $d\varphi$ で割ると X_1 方向の変位のつりあいを表わす微分方程式が得られる。 X_2 方向 $\dots$ X_n 方向についても同様に考えると次のようにジベルせん断力 $X_1, X_2, \dots, X_n$ に関する連立微分方程式が得られる。

$$K(6) l \frac{dX_1}{d\varphi} + (l - \Delta l_1) \frac{dX_2}{d\varphi} + (l - \Delta l_1 - \Delta l_2) \frac{dX_3}{d\varphi} + \dots + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) \frac{dX_n}{d\varphi} \\ + L l X_1 + L(l - \Delta l_1) X_2 + L(l - \Delta l_1 - \Delta l_2) X_3 + \dots + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_n = \frac{\varepsilon_s}{\varphi_2} \cdot \frac{l}{K(3)} \dots \dots \dots 1 \text{行目} \\ (l - \Delta l_1) \frac{dX_1}{d\varphi} + K(7)(l - \Delta l_1) \frac{dX_2}{d\varphi} + (l - \Delta l_1 - \Delta l_2) \frac{dX_3}{d\varphi} + \dots + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) \frac{dX_n}{d\varphi} \\ + L(l - \Delta l_1) X_1 + L(l - \Delta l_1) X_2 + L(l - \Delta l_1 - \Delta l_2) X_3 + \dots + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_n = \frac{\varepsilon_s}{\varphi_2} \cdot \frac{(l - \Delta l_1)}{K(3)} \dots \dots 2 \text{行目} \\ (l - \Delta l_1 - \Delta l_2) \frac{dX_1}{d\varphi} + (l - \Delta l_1 - \Delta l_2) \frac{dX_2}{d\varphi} + K(8) \cdot (l - \Delta l_1 - \Delta l_2) \frac{dX_3}{d\varphi} + \dots + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) \frac{dX_n}{d\varphi} \\ + L(l - \Delta l_1 - \Delta l_2) X_1 + L(l - \Delta l_1 - \Delta l_2) X_2 + L(l - \Delta l_1 - \Delta l_2) X_3 + \dots + L(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_n = \frac{\varepsilon_s}{\varphi_2} \cdot \frac{(l - \Delta l_1 - \Delta l_2)}{K(3)} \dots \dots 3 \text{行目} \\ \dots \dots \dots \\ (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) \frac{dX_1}{d\varphi} + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) \frac{dX_2}{d\varphi} + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) \frac{dX_3}{d\varphi} + \dots + (l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) \frac{dX_n}{d\varphi} \\ + L(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_1 + L(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_2 + L(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_3 + \dots + K(n+5)(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i) X_n \\ = \frac{\varepsilon_s}{\varphi_2} \cdot \frac{(l - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta l_i)}{K(3)} \dots \dots \dots n \text{行目} \quad \text{ただし } L = \frac{K(1)}{K(3)}$$

5 数値計算例とその考察

i) 計算例に使用した諸値

$l=2000 \text{ cm}$, $\Delta l_1=\Delta l_2=\dots=\Delta l_n=30 \text{ cm}$, $A_c=10560 \text{ cm}^2$, $I_c=506900 \text{ cm}^4$, $e_c=7.72 \text{ cm}$
 $A_s=697.2 \text{ cm}^2$, $I_s=8602200 \text{ cm}^4$, $\varepsilon_s=165.59 \text{ cm}$, $E_c=300000 \text{ kg/cm}^2$, $E_s=2100000 \text{ kg/cm}^2$

ii) ジベルせん断力の分布形状と最端部ジベルのせん断力

温度差による場合 $Ad = 131.3 \text{ cm}^2$, $Id = 632.0 \text{ cm}^2$, $ed = 6.0 \text{ cm}$, $\alpha = 12 \times 10^{-6}$, $T = 10^\circ$

乾燥収縮による場合 " " " " " " $\epsilon_s = 18 \times 10^{-5}$, $\varphi_2 = 4$

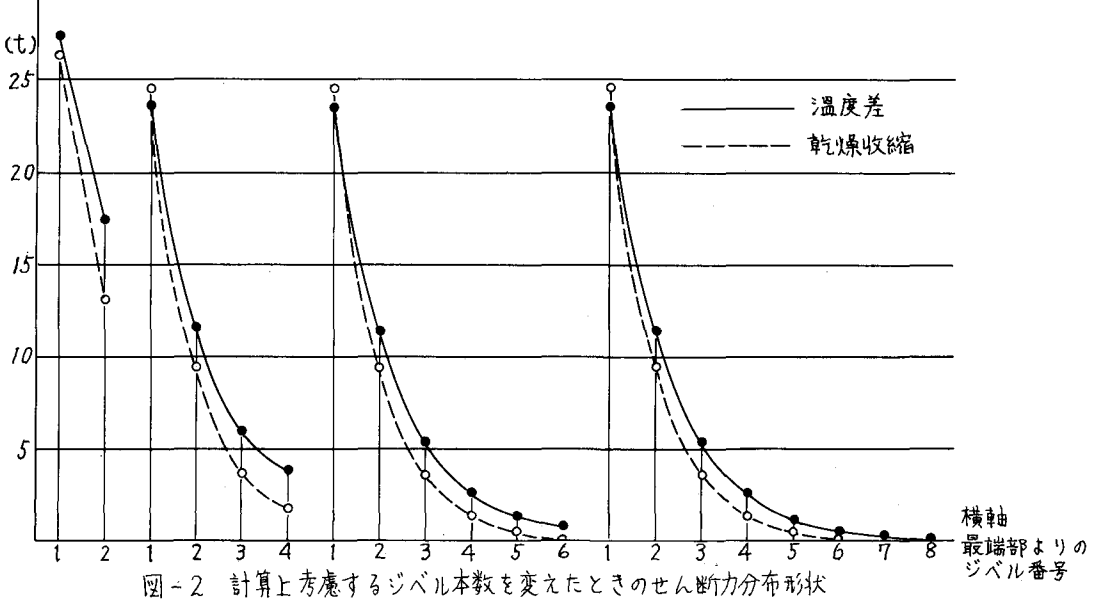


図-2 計算上考慮するジベル本数を変えたときのせん断力分布形状

計算で考慮するジベル本数を2~8本に変えてせん断力の分布形状を示めしたのが図-2である。これによるとジベル本数を8本程度考慮すれば殆ど正確な分布形状が

計算上考慮したジベル本数	2	4	6	8	10	15
温度差によるせん断力	27.40	23.70	23.52	23.51	23.51	23.51
水平方向不静定力のみ導入	25.41	22.34	22.21	22.20	22.20	22.20

表-1

(単位 t)

得られるようである。又最端部よりせん断力は漸次減衰するが、この減衰の度合は乾燥収縮によるせん断力の方が早いことがわかる。次に計算で考慮するジベル本数と最端部ジベルの分担するせん断力との関係を表-1に示めす。これによると6本程度考慮すれば充分である。又水平方向不静定力のみ導入した場合の温度差によるせん断力も表-1に示めすが、厳密に計算した場合と大差がないことがわかる。

iii) ジベル剛度を変化させ

た場合のジベルせん断力の分布形状と最端部ジベルのせん断力

ジベルの剛度は3. の定数

K(4) で示されるが、図-3は5. ii)で示めした実際の設計例(溝型ジベル)の値を1.0としたときの剛度の比が1.0, 0.6, 0.4 の3通りの場合のせん断力の分布形状を示めす。これによると温度差によるせん断力、乾燥収縮によるせん断力ともにジベルの剛度の減少に伴

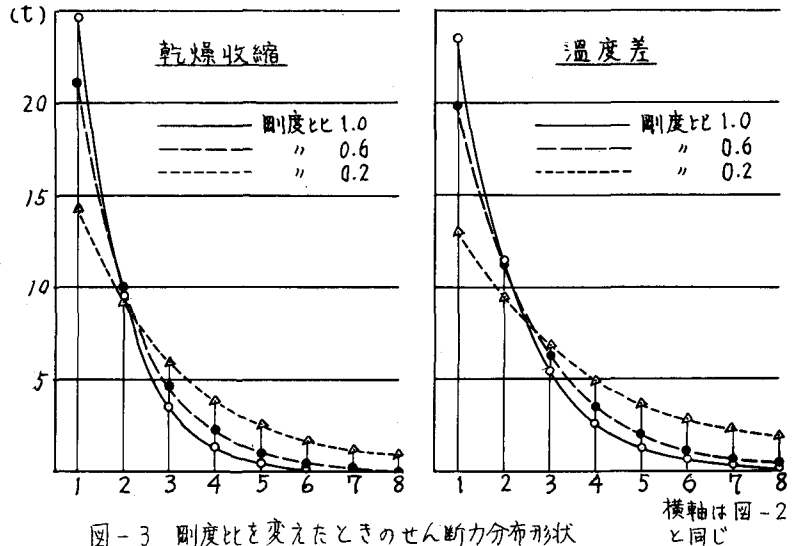


図-3 剛度比を変えたときのせん断力分布形状

横軸は図-2と同じ

って、せん断力の減衰がゆるやかになり、分布幅が広がって行くことがわかる。

図-4は実際の設計例の値を1.0としたときの剛度の比が1.0, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2の5通りの場合の最端部のジベルのせん断力を示めている。これによると最端部ジベルのせん断力はジベルの剛度の低下に伴って減少して行くが、この減少の傾向は一樣ではなくジベル剛度が小さくなるに従って減少の割合が大きくなって行くことがわかる。

6 むすび

鋼合成げたの端部ジベルせん断力のうち温度差によるものと乾燥収縮によるものは、全体のせん断力に占める割合が非常に大きいことと、現在ジベルの設計はブロック又は溝型ジベルとスタッドジベルに大別されスタッドジベルの剛度がブロックのそれの約半分であることから、ジベルの剛度を組み入れた計算をすればスタッドジベルの方がせん断力分布の規定がゆるくなり設計上便利になることが予想された。

本研究のジベルの剛度を組み入れた解法と計算例によれば、図-4に示めすように実際の設計例の溝型ジベルとの剛度比を0.5とした時のスタッドジベルの最端部ジベルのせん断力は、温度差による場合が79%, 乾燥収縮による場合が81%となり面方とも約20%減少していることがわかる。又図-3に示めすようにジベルの剛度の減少に伴ってせん断力の分布が広くなっていくことがわかる。

以上からスタッドジベルで設計する場合は、ブロックや溝型ジベルを対象として定められた分布形状の規定より分布幅を広くすることが可能である。又合成げた端部床版は中部部床版より鉄筋量が多く、鉄筋が混み合う個所であるから少しでもジベル間隔が広くできれば配筋の上からもコンクリート打設の上からも好都合である。

注) 通常スタッドジベル1列の負担できるせん断力はブロック又は溝型ジベルほど大きくとれないので、スタッドジベルでは間隔を狭くして設計せん断力を受けもつようにしている。図-2, 図-3はジベル間隔30cmとした場合の分布形状であるから、この図をそのままスタッドジベルの分布に当てはめることはできない。

スタッドジベルの場合は図-2, 図-3をけたの軸方向1cm当のせん断力の分布形状に直せば、スタッドジベル1列の負担できるせん断力よりジベル間隔を決めることができる。

7 参考文献

- 1) 日本道路協会 : 道路橋示方書, 同解説
- 2) 山本・高島・佐藤 : スタッドズレ止めについて 第6回日本道路会議論文集

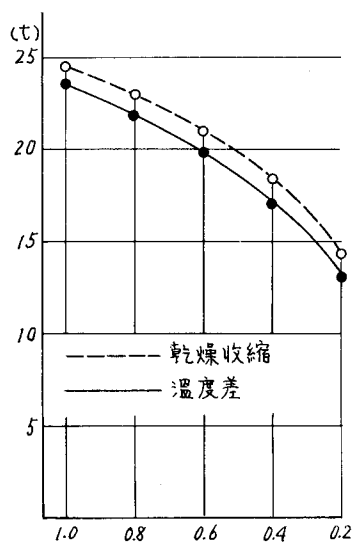


図-4 剛度比と最端部ジベルせん断力