

大阪大学工学部 正員 前田 幸雄
 大阪大学大学院 学生員 梶川 靖治
 大阪大学工学部 G. J. MEDVED

1. まえがき ずね止めにスタッドを用いたプレストレスしない連続合成桁の疲勞特性を明らかにする為に行った $2 \times 3.0\text{m} = 6.0\text{m}$ の試験桁の疲勞実験結果、及び特に中間支桌上の負モーメント域の性質を知る為に行ったスパン 5.0m の単純支持合成桁に負モーメントを加えた疲勞実験結果と、昨年土木学会関西支部と大会、本年関西支部の講演会に発表した。本研究はえきの実験結果と主応力理論によつて評価し、疲勞破壊と溶接部硬さ・作用応力の組合せ・繰返数・主応力面傾斜角等との関係と明らかにせんとした。

2. 溶接部硬さ試験(図-1), SS41-200 $\times$ 200 $\times$ 10の鋼板の中央に $\phi 19 \times 100$ のスタッドと溶接し、荷重10%で溶接金属熱影響部、母材のビッカース硬さの測定を行ったが、最高値が硬化域で230前後であつて、特にスタッド又は母材への疲勞核の進展に硬さが影響したとは考えられない。(1500A, 40%)

3. スタッド根元に働く諸応力(図-2), σ_x = 合成桁の曲げによる鋼桁フランジ引張応力, Q = 外力及びスラブ・鋼桁間の合成作用によつてスタッドに働くコンクリート断面の軸力, τ_{xy} , $\sigma_y = Q$ によつて生ずるセン断応力とスタッドの曲げ応力。

(1) セン断力の計算式: 単純桁の左支桌を原点として x 軸と

とり, u_1, u_2 は2集中荷重位置座標とす。又 A_b, A_f = 夫々鋼桁及び鉄筋の断面積, E = 鋼材の弾性係数, J_b = 鋼桁の断面2次モーメント, J_c = 合成桁の重心に関する鋼断面の断面2次モーメント, L = 桁支間長, γ = スラブと桁との間のずね量, ξ, ξ' = 夫々不完全, 完全合成桁の場合のスラブと桁の接觸面に働く単位長當りの水平セン断力, とすれば

$$C = \frac{1}{\xi_c/\xi_c'} \cdot \frac{\pi^2 E A_b A_f (A_b + A_f)^{-1} \gamma}{L^2 J_c} \cdot \frac{\gamma}{\xi_c'}$$

$$0 \leq x \leq u_1: \xi_c/\xi_c' = 1 - \left\{ \sinh\left[\frac{\gamma}{\sqrt{E}}\left(1 - \frac{u_1}{L}\right)\right] + \sinh\left[\frac{\gamma}{\sqrt{E}}\left(1 - \frac{u_2}{L}\right)\right] \right\} \cosh\left(\frac{\gamma}{\sqrt{E}} \frac{x}{L}\right) \left\{ \sinh\left(\frac{\gamma}{\sqrt{E}}\right) \right\}^{-1}$$

$$u_1 \leq x \leq u_2: \xi_c/\xi_c' = \left\{ \cosh\left[\frac{\gamma}{\sqrt{E}}\left(1 - \frac{u_1}{L}\right)\right] - \cosh\left(\frac{\gamma}{\sqrt{E}} \frac{x}{L}\right) \right\} \sinh\left(\frac{\gamma}{\sqrt{E}} \frac{u_1}{L}\right) \left\{ \sinh\left(\frac{\gamma}{\sqrt{E}}\right) \right\}^{-1}$$

(2) フランジ応力の計算式: σ_x, σ_x' = 夫々不完全, 完全合成桁のフランジ縁端曲げ応力, y = 鋼桁重心から引張フランジ縁端迄の距離, z = 鋼桁と鉄筋の各重心間距離, i_b = 鋼桁重心軸回りの鋼桁断面の回転半径

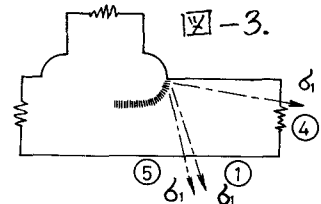
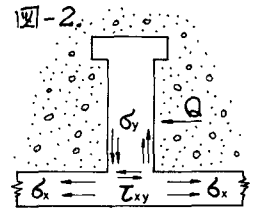
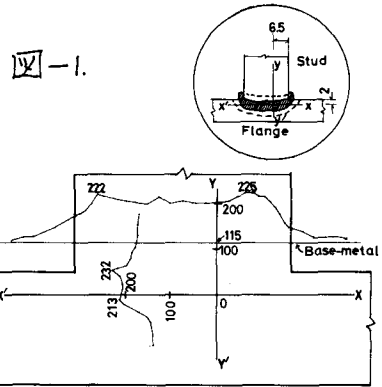
$$0 \leq x \leq u_1: \sigma_x = \sigma_x' + \frac{\gamma z + i_b^2}{J_b} \cdot \frac{A_f A_b z P L}{J_b (A_f + A_b) + A_f A_b z^2} \cdot \frac{\sqrt{C} \left\{ \sinh\left[\frac{\gamma}{\sqrt{E}}\left(1 - \frac{u_1}{L}\right)\right] + \sinh\left[\frac{\gamma}{\sqrt{E}}\left(1 - \frac{u_2}{L}\right)\right] \right\} \sinh\left(\frac{\gamma}{\sqrt{E}} \frac{x}{L}\right)}{\pi \left\{ \sinh\left(\frac{\gamma}{\sqrt{E}}\right) \right\}}$$

$$u_1 \leq x \leq u_2: \sigma_x = \sigma_x' + \frac{\gamma z + i_b^2}{J_b} \cdot \frac{A_f A_b z P L}{J_b (A_f + A_b) + A_f A_b z^2} \cdot \frac{\sqrt{C} \left\{ \sinh\left[\frac{\gamma}{\sqrt{E}}\left(1 - \frac{x}{L}\right)\right] + \sinh\left(\frac{\gamma}{\sqrt{E}} \frac{x}{L}\right) \right\} \sinh\left(\frac{\gamma}{\sqrt{E}} \frac{u_1}{L}\right)}{\pi \left\{ \sinh\left(\frac{\gamma}{\sqrt{E}}\right) \right\}}$$

(3) スタッドの曲げ応力 σ_y は弾性床の中に埋めこまれた杭の頭が固定で杭頭に曲げモーメントとセン断力が働く条件から求め得る。

$$(4) \text{主応力 } \sigma_p \text{ の計算式: } \sigma_p = \frac{\sigma_x + \xi_c/\xi_c' \cdot \sigma_y}{2} + \left[\left\{ \frac{\sigma_x - \xi_c/\xi_c' \cdot \sigma_y}{2} \right\}^2 + \left(\frac{\xi_c}{\xi_c'} \tau_{xy} \right)^2 \right]^{1/2}$$

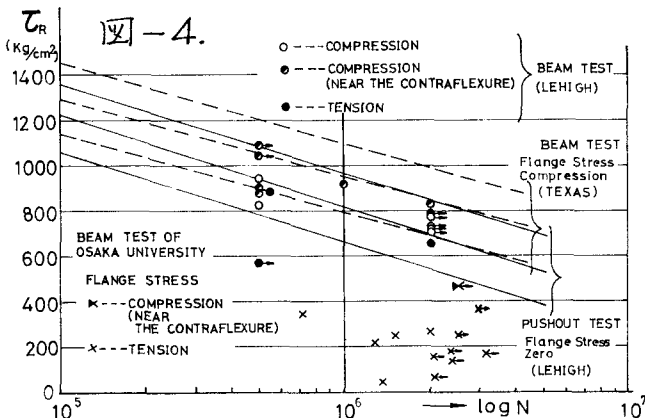
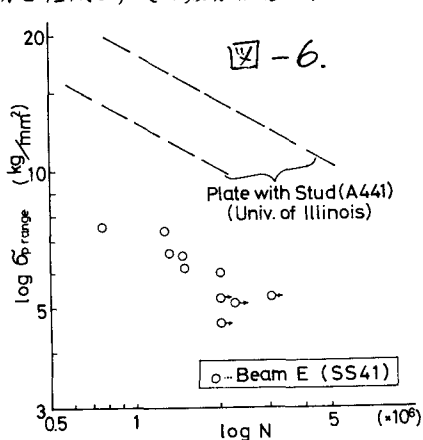
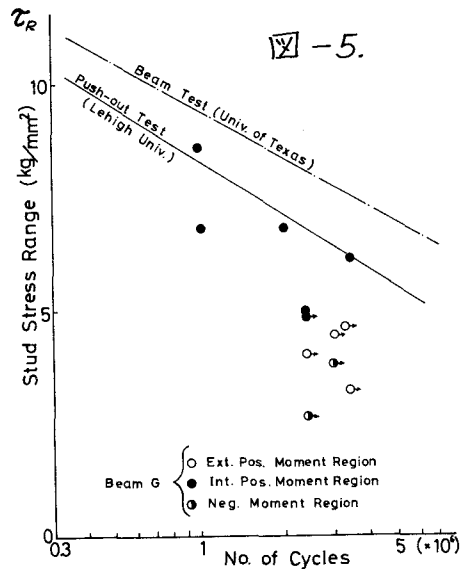
$$\sigma_y \text{ の影響が小さい時は } \sigma_p \approx \frac{\sigma_x}{2} + \left\{ \left(\frac{\sigma_x}{2} \right)^2 + \tau_{xy}^2 \right\}^{1/2}, \tan 2\varphi = 2\tau_{xy}/\sigma_x$$



4. セン断応力振中 τ_R と繰返数 N との関係 著者等の実験結果と米国諸大学での実験結果を τ_R と N の関係で比較すると、図-4 及び図-5 の如くで、単純桁の結果はかなり低く、連続合成桁ではほぼ「下限値に近い値を示している。

5. 主応力振中 $\sigma_{p,range}$ と繰返数 N との関係 図-6 に示したものは単純桁の実験結果とスタッド溶接鋼板が繰返引張とうける場合のイリノイ大学での実験結果と比較したもので、 τ_{xy} の存在の有無による影響が明かである。

6. 連続合成桁に於けるスタッドの破壊 負モーメント域にスタッドと有する G1-2 桁と有しない G2-1 桁 (繰返荷重は $P_{max}=15t$, $P_{min}=6t$) について、各スタッドの破壊の特性は図-7 に示した如くである。負モーメント域にスタッドと配置ある事により変曲点近傍のスタッドに働くセン断力を軽減し、その疲労破壊の発生と遅らせる事ができる。



7. 主応力振中 $\sigma_{p,range}$ と主応力振中面の傾斜角 ϕ この両者によつて実験結果と總括すれば、図-8 の如くであつて、200万回以上の繰返数に対して引張フランジに疲労亀裂と生じない主応力振中の限界値は凡そ 550 kg/cm^2 であり、以上の値に對しては主応力振中面の傾斜角は凡そ $35^\circ \sim 45^\circ$ が限界の角度となる。

