

大阪大学工学部 正 員 前田 幸雄

大阪大学工学部 正 員 梶川 靖治

大阪大学大学院 学生員 泉 保孝

1. まえがき 連続合成桁の合理的な構造形式として、支間中央部において床版と鋼桁を合成し、桁端付近及び中間支点付近を非合成とする一種の断続形式の合成桁が考えられる。この様な断続形式の単独及び連続合成桁についての静的¹⁾及び疲労試験²⁾の結果、本形式合成桁の力学的性状は通常の初等曲げ理論では説明できないことがわかった。そこで、この断続形式合成桁の応力変形状を定量的に把握し、試験結果をより一層厳密に評価するために、弾性合成理論を導入し、更に本形式合成桁の有用性を判定する資料を得ようとした。ここでは、疲労試験の単独桁について述べることにする。

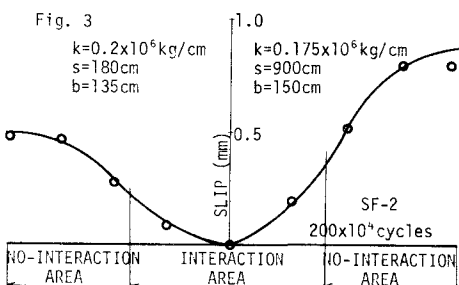
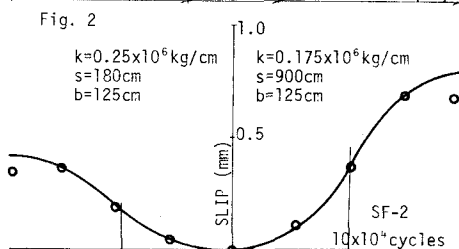
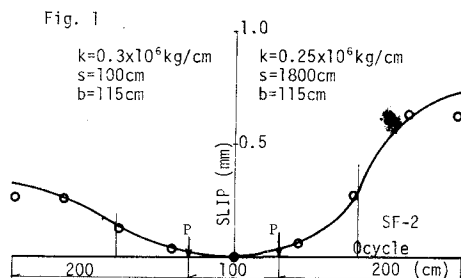
2. 弾性合成理論 基礎方程式としては Newmark の微分方程式³⁾を用いる。

$$\frac{d^2N}{dx^2} - \omega^2 N = -\delta M \quad \begin{matrix} \omega^2 = \alpha \cdot C \\ \delta = \beta \cdot C \end{matrix} \quad \begin{matrix} (N: \text{軸力 (kg)}, M: \text{曲げモーメント (kg}\cdot\text{cm)}) \\ (x: \text{橋軸方向の端支点からの距離 (cm)}) \end{matrix}$$

$$\left(\begin{array}{l} \alpha, \beta: \text{断面諸量に関する常数} \\ C: \text{バネ常数 (kg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{横方向のスタッド数}}{\text{ずれ止め間隔 (S)}} \times \text{ずれ常数 (k)} \end{array} \right)$$

ここでは、実験桁の構造上、橋軸方向にバネ常数を種々変化させる必要があるため、 ω, δ が x の関数となり、上記の基礎方程式は変数係数の2階線型常微分方程式となる。このため、この微分方程式を有限差分表示し、電子計算機による数値解析を行った。

3. 実験結果への適用 実験結果へ適用するに当たって、ずれ常数(k), 非合成区間のずれ止の間隔(S), 合成非合成区間の境界位置(b)の3つをパラメータとした。例えば、SF-2桁について、これらの種々の組み合わせのうち、Trial and Errorにより、ずれの理論値が実験値と一致する様に、3つのパラメータを決定すると図-1のようになる。ここで決定したずれ常数は種々の押し抜き試験結果から判断して、ほぼ妥当な値であると思われる。また、繰返し数の増加に伴ってスタッドの疲労が進展していくため、ずれ常数は小さくなり、境界位置は桁中央へ移動していくことがわかる。

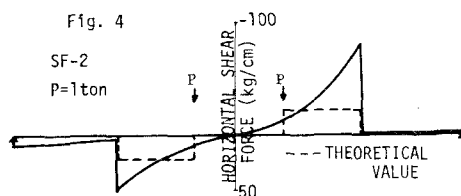


4. スタッドジベルの疲労強度について 上記の決定にもとづき、SF-2桁の水平せん断力分布を図4に示す。図中、破線は単純理論による値である。図より明らかなごとく、境界位置のずれ止めには、単純理論より求めた道の約2.5倍から4倍の水平せん断力が作用していた事がわかる。この様に、弾性合成理論にもとづき算出した、今回の実験で使用した単純(SF)桁のスタッドジベルのせん断応力振幅と推定破壊繰返し数を図5のS-N線図上に示す。図中、S-N曲線はFisherらの押し抜き試験の結果であり、比較のために単純理論による応力振幅値をも示す。図より、今回の使用スタッドの疲労強度は、押し抜き試験のばらつきの下限あたりに位置していることがわかる。

5. ずれ止め配置について 今回の実験に使用した桁において、どのスタッドも水平せん断力に対して安全であるという条件のもとで、どの位置までのスタッドを省略できるかを調べてみる。このため、合成区間のずれ止め間隔を道路橋示す書の

Table-1
最小ずれ止め間隔10cmとして、境界位置を端支点から90mまで種々変化させた場合の水平せん断力の変化状況を図6に示す。この図より、設計荷重(片側荷重9.8ton)における各境界位置のスタッド1本あたりに作用する水平せん断力を求めると表1のようになる。疲労を考慮に入れたスタッドジベルの許容せん断力に、岡部らの提案⁶⁾による式を用いる。

境界位置(cm)	0	10	20	30	50	70	90
T_{min}/T_{max}	0	-0.020	-0.042	-0.064	-0.111	-0.163	-0.220
計算せん断力(kg)	1876	1849	1821	1792	1730	1662	1588
水平せん断力(kg)	1061	1403	1743	2080	2407	3000	3564



$$Q_a = \frac{30 d^2 \sqrt{\sigma_{ca}}}{1 - 0.7 (T_{min} / T_{max})}$$

単純桁の場合、 T_{min}/T_{max} は端支点から求めるスタッド位置までの距離の比になる。この表より、端支点より20cmの位置までスタッドを省略しても、境界位置のスタッドは水平せん断力に対して安全であることがわかる。しかし、省略できるスタッド数は、全スタッド数の8%にも満たない。また、スタッドを省略することにより、断面急変という構造上の弱点を生じる事を考えれば、むしろ桁端部のずれ止めは省略しない方がよいものと思われる。

参考文献

- 1) 前田他3名 "昭和47年度関西支部年次学術講演会、I-56"
- 2) 前田他4名 "昭和48年度関西支部年次学術講演会、I-28"
- 3) 前田他2名 "第11回日本道路学会 断接形式合成桁の接合性状について、昭和48年"
- 4) N.M. Newmark "Test and Analysis of Composite Beams with Incomplete Interaction.. 1951"
- 5) J.W. Fisher "Fatigue Strength of Shear Connections. 1966"
- 6) 岡部, Y. "合成桁のずれ止め用スタッドの疲労強度(1)(2)。

