

I-149 複合構造桁の継手部におけるスタッドジベルの応力性状について

日本大学 理工学部 正員 若下 藤紀
大学院 椎名 陽一
大学院 白石 薫

1. まえがき

複合構造橋梁については、1970年代に入ってヨーロッパを中心に多くの設計案が検討されており、すでに数橋が架設されている。しかし、日本では複合構造桁に関する研究は少なく、解明されていない点も多い。そこで今回の論文では、複合構造桁の継手材として用いる、頭付きスタッドジベルのバネ定数についての研究を行った。

2. 実験概要

本研究に用いた供試体は、鋼構造とコンクリート構造とを直接橋軸方向に継ぎ合わせたものの継手部分である。その継手材として頭付きスタッドジベルを使用した。

今回行った実験では、継手部分に軸力をかけ頭付きスタッドジベルに貼付したストレインゲージにより歪みを測定した。載荷試験はハイドロパルス型80t/100t万能型試験装置を用いた静載荷試験で、頭付きスタッドジベルの本数を変えた10体の供試体を使用した。

3. 頭付きスタッドジベルについて

4枚のストレインゲージを貼付し歪値を測定した。位置を識別するために、図-1のような名称をつけた。また作用する力としては、供試体の橋軸方向に曲げようとする力、つまり垂直方向の力と頭付きスタッドジベルに対して水平方向の力が作用すると考えられる。そこで、中立軸で曲がるものとして、曲げによる歪みと伸びによる歪みを求めた。

今回の実験では、

- 伸びに対し曲げの方が、大きく作用している。（図-2、図-3）
 - 曲げ歪みは、頭部側より溶接部側に大きく作用している。（図-2、図-3）
 - 曲げ歪み及び伸び歪みは、溶接位置にかかわらずほぼ一定である。
 - 頭付きスタッドジベルの挙動は、本数に関係なく、ほぼ同じ傾向を示している。
- ということがわかった。

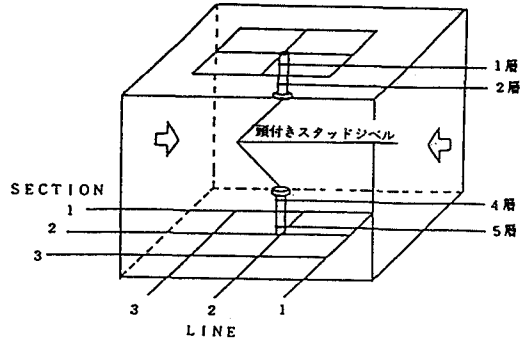


図-1 頭付きスタッドジベルの位置と記号

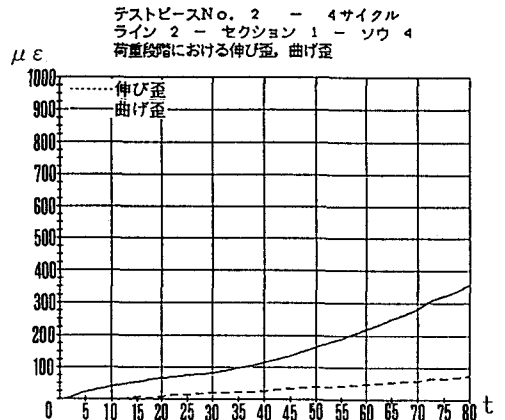


図-2 荷重-曲げ歪み・伸び歪み（頭部側）

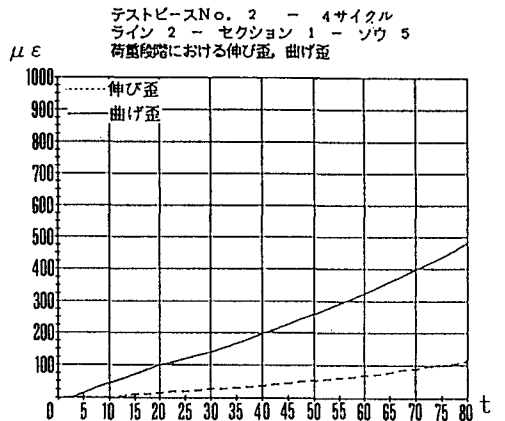


図-3 荷重-曲げ歪み・伸び歪み（溶接部側）

4. 頭付きスタッドジベルのバネ定数

静載荷試験による性状を表すために図-4に示すような解析モデルを想定する。一端は、鉄板に溶接されているのでバネ定数 k_2 ($\text{kg} \cdot \text{cm} / \text{rad}$) の回転バネ支承とする。頭部は、橋軸方向に変形すると考えられるが、このたわみはコンクリートによって拘束されている。そこで、自由端にバネ定数 k_1 (kg / cm) の線形バネを取りつけたものとする。また作用する外力は、等分布荷重 [q (kg / cm)] が個々の頭付きスタッドジベルに等しい割合で作用すると仮定する。つまり、 P (t) の荷重を載荷したとき、 $q = P / (n \times l)$ となる [n : 頭付きスタッドジベルの本数、 l : 頭付きスタッドジベルの長さ]。この様な考えをもとにして、それぞれのバネ定数を算出したが、今回の解析では、線形バネに注目した。なお、

E: ヤング係数 [2.1×10^6 (kg / cm^2)]

I: 断面2次モーメント

y: 中立軸までの高さ

F: バネに作用する力

とする。

$$y_0 = \frac{q \cdot l^4}{8 \cdot E \cdot I} - \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I}$$

となる。また $F = k_1 \cdot y_0$ であるから

$$F = \frac{3 \cdot k_1 \cdot q \cdot l^4}{8 \cdot (3 \cdot E \cdot I + k_1 \cdot l^3)} \quad \dots (1)$$

任意点の曲げモーメント M_x は

$$M_x = -F \cdot X + \frac{q \cdot X^2}{2}$$

また、曲げ歪値 ϵ_m より

$$M_x = \frac{E \cdot I \cdot \epsilon_m}{y}$$

$$F = \frac{1}{X} \left(\frac{q \cdot X^2}{2} - \frac{E \cdot I \cdot \epsilon_m}{y} \right) \quad \dots (2)$$

式(1)、(2)より

$$k_1 = \frac{24 \cdot E \cdot I \cdot F}{l^3 \cdot (3 \cdot q \cdot l - 8 \cdot F)} \quad \dots (3)$$

式(3)よりバネ定数 k_1 を算出した。

5. 結果と考察

バネ定数 k_1 は図-5のような結果となった。供試体・頭付きスタッドジベルの位置・荷重によらず

$$k_1 = 1.3 \times 10^4 \sim 2.5 \times 10^4 \quad (\text{kg} / \text{cm})$$

の範囲内に入っている。

ちなみに、回転バネのバネ定数 k_2 は

$$k_2 = 2.5 \times 10^5 \sim 3.0 \times 10^5 \quad (\text{kg} \cdot \text{cm} / \text{rad})$$

の範囲内に入った。

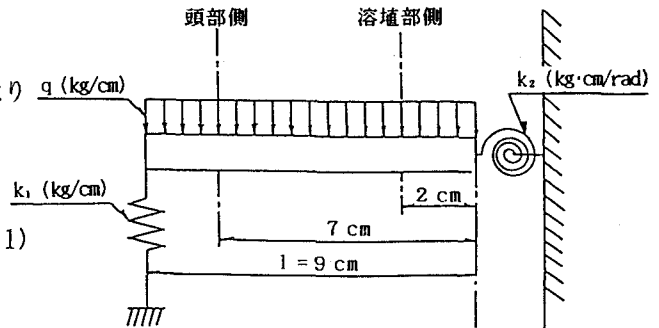


図-4 解析モデル

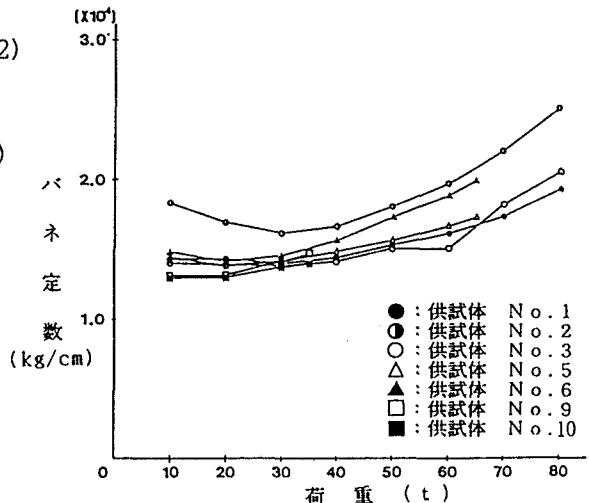


図-5 荷重-バネ定数図