

鋼・コンクリート合成鋼床版のずれ止め配置に関する研究

大阪大学工学部 正 員 松井繁之

㈱神戸製鋼所 正 員 岡本安弘

近畿大学理工学部 正 員 前田幸雄

川田工業㈱ 正 員 渡辺 滉

1. まえがき 鋼・コンクリート合成鋼床版は、縦横リブを極端に少くしたスタッド付きデッキプレートとRC床版を合成する新形式の合成床版である。BS5400第5編には、このような合成床版に関する規定が設けられているが、橋の全体曲げによるずれ止め力のみを規定しており、輪荷重による局所的な曲げによる力には触れていない。本研究は、合成床版の使用限界状態を実験によって把握し、このときの輪荷重下でのずれ止めせん断力を評価することにより、最適なずれ止め配置について考察を加えようとするものである。

2. 供試体および実験装置 実験は、支間1.4mの梁供試体4体および板供試体2体を用いた静的載荷試験を行った。スタッドは、 $\phi 13 \times 110$ を使用し、その間隔を各供試体について10cmと20cmの2種類とした。載荷装置としては、図1のような油圧ジャッキ可動式の装置を製作した。これは、合成床版を実橋床版に適用した場合、自動車の通行によりコンクリートのひびわれが床版全面に生じると予想され、この状態でのスタッドの挙動を調べることが必要と考えたためである。この装置を用いて複数の載荷位置で繰り返し載荷を行った。

3. 実験結果（限界状態の評価） 限界状態の判定基準は、荷重たわみ、荷重ひずみ、荷重ずれの各曲線において、値が急増する時点とした。なお、ずれに関しては、I.M.Viest¹⁾の限界ずれも参考にした。例えば、図2は梁供試体（BS2）の結果であるが、10.2tonが限界状態と定められる。このときの残留ずれとViestの限界ずれとはほぼ一致した。板供試体についても同様の傾向が現れた。

4. スタッドに作用するせん断力の評価法 図3に梁供試体の鋼板上面におけるひずみ分布を示す。なお、スタッド近傍のひずみゲージ位置は、図4のとおりである。自然付着が切れてスタッドにせん断力が作用すると、ジグザグ状のひずみ分布となる。この鋼板の局部ひずみから作用せん断力の大きさが評価できる。まず、鋼板に生じる局部応力を把握するため、スタッド付鋼板をモデルとした3次元FEM解析を行った。荷重としては、せん断力を、鋼板表面に与えたケース（Ⅳ）および、スタッドの鋼板上面から1cm, 2cm, 3cmの所に与えたケース（Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ）とした。図5に、スタッドを中心とし、半径 $r=2\text{cm}$ の円周を考え、その周上における鋼板表面の直応力分布を示す。せん断力の作用位置を上昇させると局部曲げの影響で応力は増加する。しかし、上下面の応力の平均 $\bar{\sigma}_r$ をとると、この局部曲げ応力成分は除去され、各ケースは一致する。よって、この $\bar{\sigma}_r$ の x 方向成分を円周に沿って積分したものが、力のつり合いから、作用せん断力 Q に等しくなる。 $\bar{\sigma}_r$ の最大値を用いると、このせん断力は次のように定式化できる。

$$Q = c \cdot t \cdot r \cdot \bar{\sigma}_{r\max}, \quad c \approx \pi, \quad t: \text{鋼板厚}, \quad \bar{\sigma}_{r\max}: \bar{\sigma}_r \text{の最大値.}$$

一方、 $\bar{\sigma}_{r\max}$ は、スタッド前後 r cmでの上下面の4点のひずみを用いて次式で計算できる。

Shigeyuki MATSUI, Yasuhiro OKAMOTO, Yukio MAEDA and Hiroshi WATANABE

$$\bar{\sigma}_{rmax} = E_s \left(\frac{x+r}{x} \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_3}{2} - \frac{x-r}{x} \frac{\varepsilon_2 + \varepsilon_4}{2} \right) / 2$$

ここで、 x は梁の支点からスタッドまでの距離である。よって、この $\varepsilon_1 \sim \varepsilon_4$ を得るためゲージを貼付した。本供試体におけるせん断力の評価例を表1に示す。表中、不完全合成理論値は、鋼・コンクリート間にバネ（リンク要素）を挿入してずれを表現したFEM板曲げ解析によるものである。このリンク要素のバネ定数を評価せん断力とずれの実験結果から求めると、ほぼ 1.5×10^5 kg/cmとなる。この値を用いて②を計算し直したのが③である。③と評価せん断力とは良く一致している。一方、梁理論値は評価せん断力の約2倍となる。従って、せん断力は、リンク要素のバネ定数を 1.5×10^5 kg/cmとした板曲げ解析によって評価できると考えられる。最後に、最適スタッド間隔は、曲げにより鋼板が降伏する限界荷重と、スタッドの作用せん断力が限界せん断力に達する荷重とが一致するように選択すれば良いと思われ、一例として梁供試体について計算すると約15cmとなった。

参考文献 1)Viest, I.M.: Investigation of Stud Shear Connectors for Composite Concrete and Steel T-Beams, Journal of A.C.I., 1956.

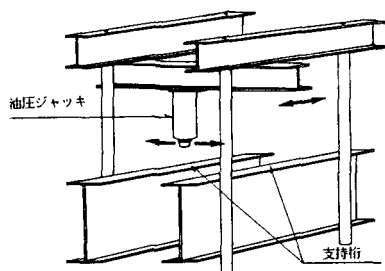


図1 x y可動載荷装置

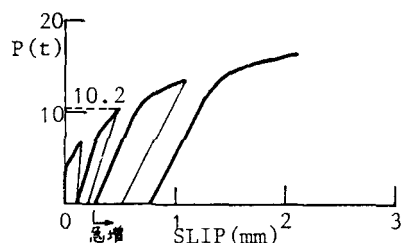


図2 BS2の荷重ずれ曲線

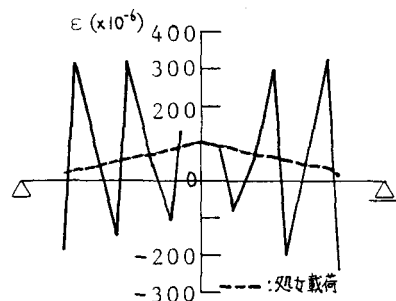


図3 BS2のひずみ分布(鋼板上面)

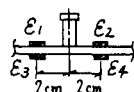


図4 スタッド近傍ゲージ位置

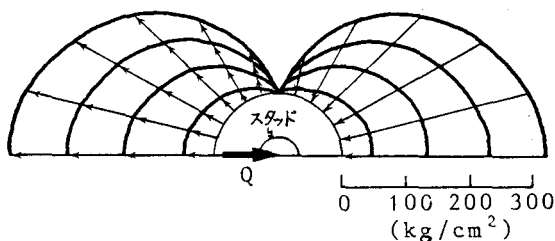


図5 鋼板上面円周応力分布(Q=100kgf)

表1 スタッドせん断力の評価

計算値	スタッド番号	Q	スタッド番号	Q	スタッド番号	Q
評価値		503		543		406
梁理論 ①	E	681	C	681	B	681
" ②		969		969		969
不完全合成理論①		323		328		316
" ②		644		608		533
" ③		574		562		517

注) ①: コンクリート全断面有効

②: コンクリート引張側無視

単位: kgf

BS1のスタッド配置

