

I - 11

エポキシ樹脂を圧入したⅡ型挿入鋼板集成材継手の強度

秋田大学 学生員 ○大原 真也

秋田大学 正 員 薄木 征三

1. まえがき

集成材は、長大材や、湾曲材が比較的容易に製造することができるという利点があるが、工場から架設場所への運搬の際製品を数部材に分割して、現場にて連結しなければならない場合がある。その連結方法にⅡ型挿入鋼板ドリフトピン継手があり、アーチ橋などで実用化されている。アーチ部材では、軸圧縮力と曲げが支配的であり、引張応力は生じないか、生じてもきわめて小さく接合に有利な構造といえる。しかし、梁のように曲げが支配的な構造ではアーチに対するのとは違った継手構造を開発しなければならない。ここでは、Ⅱ型挿入鋼板継手にエポキシ樹脂を圧入する事で曲げ耐荷力を上昇させることを試みる。すなわち、曲げ破壊試験を行い、継手の剛性と全強に対する継手効率を調べる。

2. 継手の設計の考え方

(1) 対象とする歩道橋

桁長30.0m(支間長29.5m)の木歩道橋の主桁に、支点より8.85mの位置にⅡ型挿入鋼板ドリフトピン継手を設ける。また、図-1に木歩道橋の断面図を示し、図-2に継手に用いられるⅡ型鋼板を示す。

(2) 曲げモーメントに対する照査

曲げモーメントに対して、図-2のように挿入鋼板表面に、部材軸(橋軸)方向のせん断応力 τ が作用する。それゆえ、繊維方向の挿入鋼板、エポキシ樹脂、集成材の三者のせん断に対する耐力が問題になる。また、繊維方向の木材-鋼板-エポキシ樹脂接着強度試験を行い、統計学的に取り出した5%下限値 $T_L=56.99 \text{ kgf/cm}^2$ を得た。

これより許容せん断応力度は、

$$f_v = T_L \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 56.99 \times \frac{1}{6} = 9.5 \text{ kgf/cm}^2$$

ここで2/3は比例限界、1/2は応力集中係数及びクリープ限界である。この値は、スギ1級集成材の許容せん断応力度 $f_v=9 \text{ kgf/cm}^2$ に極めて近い。

(3) 継手の曲げに対する耐力照査

図-2に示すように、せん断応力 τ は、座標 y に比例すると仮定できる。すると、任意点のせん断応力 τ は、 $\tau = \tau_{max} \cdot y / y_3$ となり、これによる曲げモーメントは、

$$\int_{-y_3}^{y_3} y \times \tau dA \times 2 = \frac{2\tau_{max}}{y_3} \int_{-y_3}^{y_3} y^2 dA = \frac{M}{2}$$

となる。ここでの積分は、接着部分の断面二次モーメントである。

$$\int_{-y_3}^{y_3} y^2 dA = \frac{b_1(2y_1)^3}{12} + \left[\left(\frac{y_2+y_3}{2} \right)^2 \times b_2(y_3-y_2) + \frac{b_3(y_3-y_2)^3}{12} \right] \times 2 = I_w + I_f = I$$

I_w は右辺第1項、 I_f は第2項を表す。また、数値を代入すると、 $I_w=1.56 \times 10^6 \text{ cm}^4$ 、 $I_f=22.16 \times 10^6 \text{ cm}^4$ となる。

曲げに対する全強は、 $f_b = M_u / W$ である。

ここで、 W は集成材の断面係数であり、 f_b はスギ1級集成材曲げ許容応力度である。

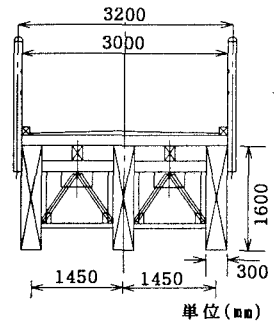


図-1 断面図

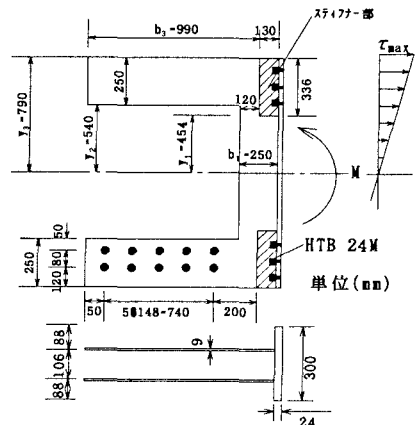


図-2 Ⅱ型鋼板図

$$W = \frac{bh^3}{6} = \frac{30 \times 160 \times 160}{6} = 128000 \text{ cm}^3$$

$$f_b = 120 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\therefore M_u = f_b \times W = 120 \times 128000 \times 10^{-6} = 154 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

$\tau_{max} = f_v = 9.5 \text{ kgf/cm}^2$ を採用するし、 $y_3 = 79 \text{ cm}$ より継ぎ手部の曲げ耐力は、

$$M_R = \frac{4\tau_{max} \cdot I}{y_3} = \frac{4 \times 9.5 \times (22.16 \times 1.56) \times 10^6}{79} \times 10^{-5} = 114 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

よって、全強に対する比は、 $M_R/M_u = 114/154 = 0.74 = 74\%$ となる。

3. 曲げ破壊試験

(1) 破壊試験供試体

図-3に示すように、断面寸法は実橋の1/2モデルとし、スパン長は、支点付近がせん断破壊しない長さとしている。

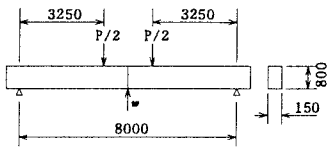


図-3 断面寸法図

(2) 破壊強度

破壊強度一覧を表-2に示す。ただし、ナ-2のPmaxを100%としている。また、荷重-たわみ図を図-4に、ひずみ分布図を図-5に示す。

表-2 強度一覧

供試体種類		破壊荷重 Pmax(kgf)	実験値/全強 Pmax/28571.4
継手なし	ナ-1	18877.5	66.1(%)
	ナ-2	28571.4	100 (%)
ドリフトビソ樹脂継手	ク-1	19540.8	68.4(%)
	ク-2	19408.2	67.9(%)

表-2よりドリフトビソ樹脂継手の(実験値/全強の平均)は、68.2%であり、 $M_R/M_u = 74\%$ と近接しており、予想通りの結果といえる。

(3) 結果

図-4の荷重-たわみ図より、弾性域での傾きがほぼ一致してる。これは、エポキシ樹脂によって継手部分が一体となっていると考えられる。またドリフトビソ樹脂継手の方が継手なしに比べて、弾性域においての傾きが強いように見受けられる。

図-5 ひずみ分布図より、それぞれの荷重(P_{max} , $2/3P_{max}$, $1/3P_{max}$)において、ほぼ直線分布を示しているの、II型挿入鋼板と、集成材とをエポキシ樹脂が一体化させていると考えられる。

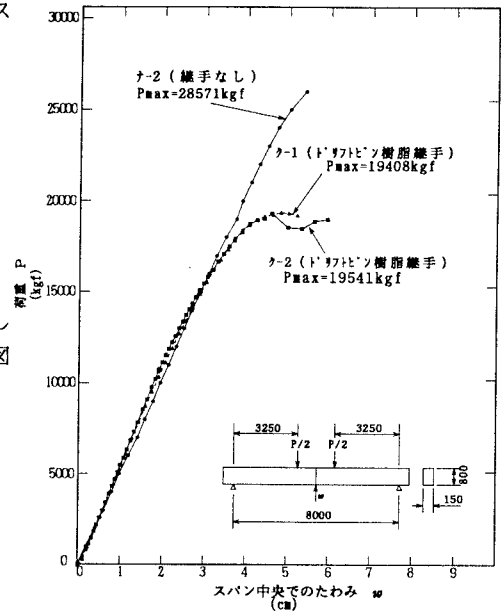


図-4 荷重-たわみ図

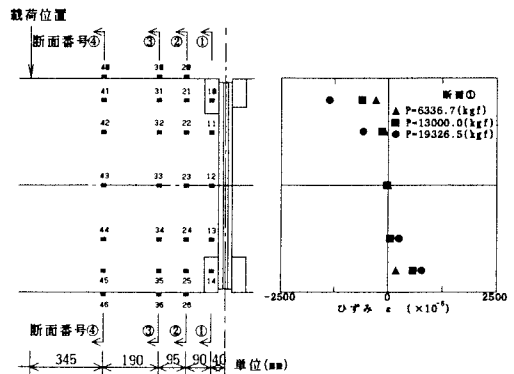


図-5 ひずみ分布図