

鋼橋の接着継手の実験的研究

Experimental study of glueing connections in steel bridges

北海道大学院工学研究科

北海道土木設計(株)

(株)エーテック

(株)シビル設計コンサルタント

名誉員 渡辺 昇 (Noboru Watanabe)

正 員 青木雅人 (Masato Aoki)

正 員 和田隆宏 (Takahiro Wada)

正 員 渡辺 治 (Osamu Watanabe)

1. まえがき

鋼橋の連結法には、従来、リベット継手、高力ボルト継手、溶接継手がある。これらに対して、新しく「接着継手」を考え、その試験体を3体製作し、北海道大学開発科学実験所において、その載荷実験を行い、良好な結果を得たので報告する。

2. 試験体と試験方法

試験体No. 1は図1と写真2で、上下腹板に水平に三角型噛み合わせがついており、下腹板の両外面に予め工場溶接された2枚の添接板がついている。その内面間隙に接着剤を流し込んで接着連結する。

試験体No. 2は図2と写真3で、上下腹板に水平に噛み合わせがついていない。

試験体No. 3は図3と写真4で、上下腹板に水平に矩形型噛み合わせがついている。

試験方法は図4と写真5で、試験桁の支間は1.4mであり、荷重をかけながら、支間中央の鉛直たわみをダイヤルゲージで測定し、各点のひずみを1軸と3軸のストレインゲージで測定した。

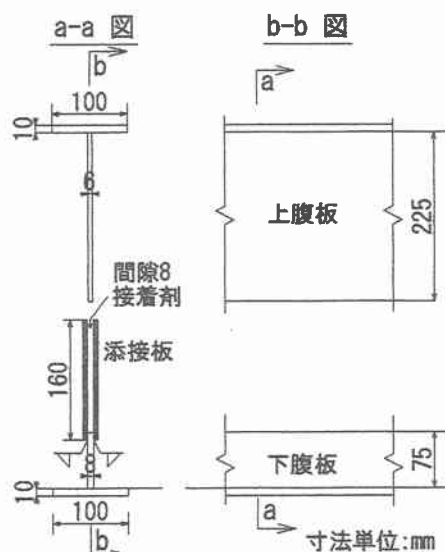


図2：試験体No. 2

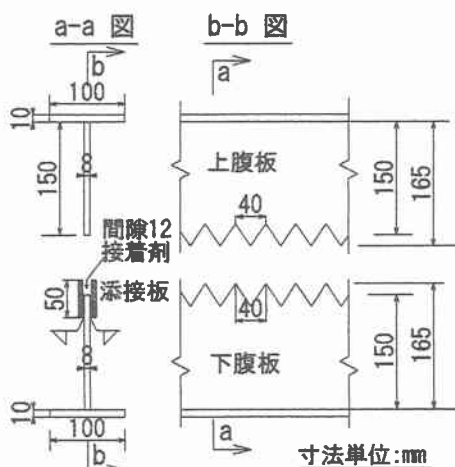


図1：試験体No. 1

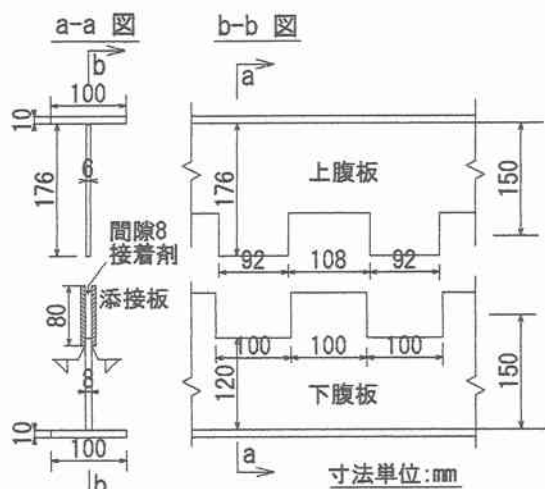


図3：試験体No. 3

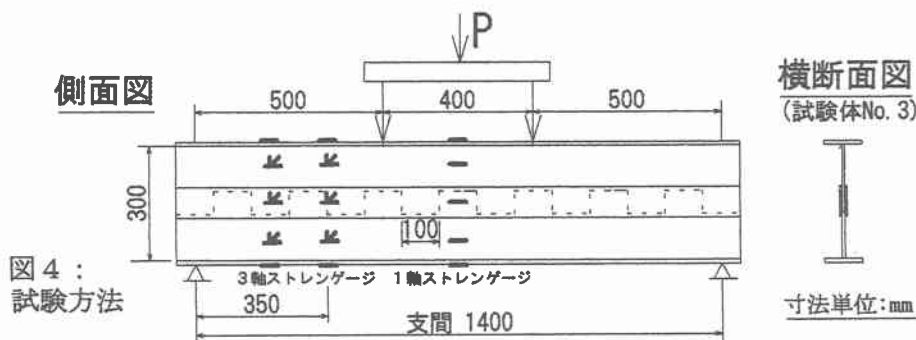


図4：試験方法

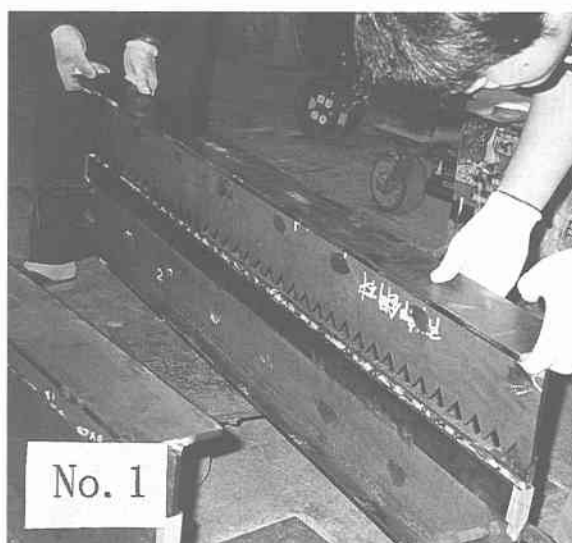
横断面図
(試験体No. 3)

寸法単位:mm



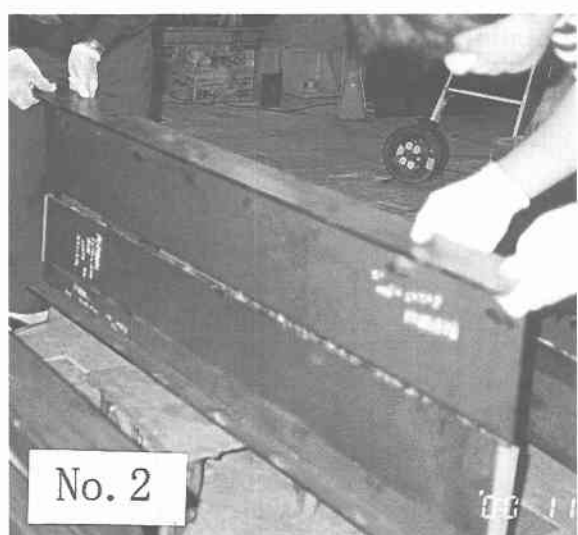
接着剤流し込み

写真1：両添接板の間に接着剤流し込み



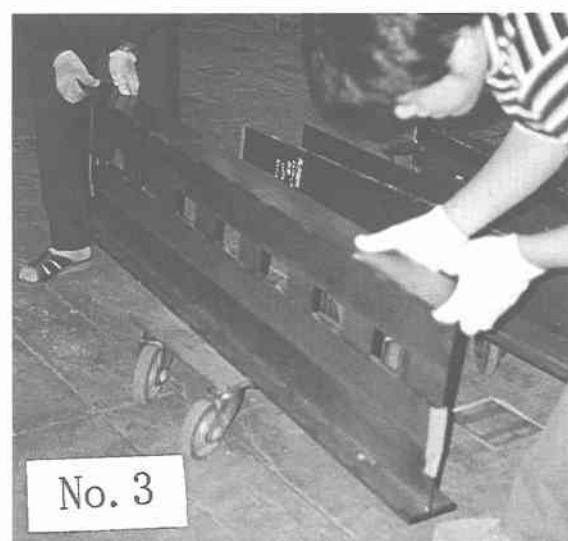
No. 1

写真2：上から落とし込み中の試験体No. 1



No. 2

写真3：上から落とし込み中の試験体No. 2



No. 3

写真4：上から落とし込み中の試験体No. 3

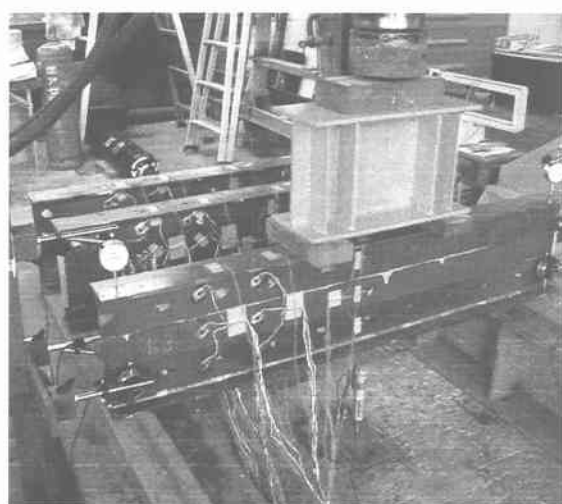


写真5：試験体No. 3を載荷試験中

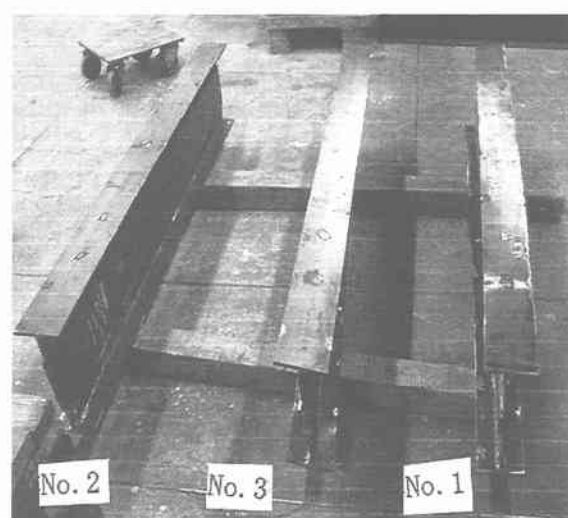


写真6：載荷試験後の試験体3体

3. 荷重試験の測定値とその考察

図4の試験方法によりPを荷重した。そのときの支間中央位置の鉛直たわみの測定値が図5である。また、支間中央の下フランジ位置のひずみの測定値が図6である。

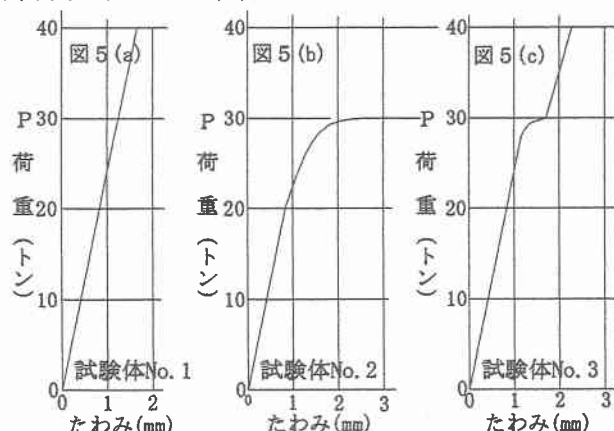


図5：荷重-たわみ図

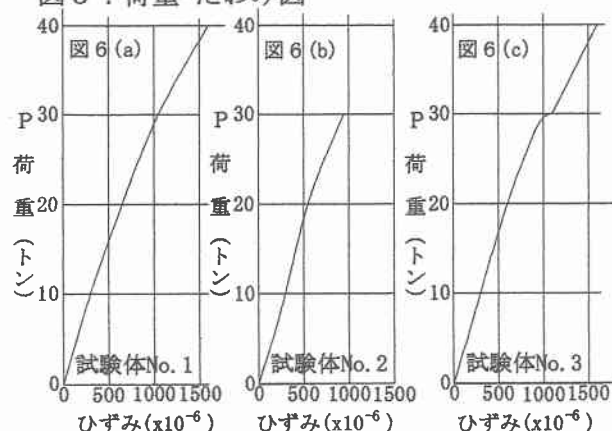


図6：荷重-ひずみ図

図5と図6の実験により、次のように考察される。

- 1) 試験体No. 2は、図5 (b)と図6 (b)にみられるように、 $P=24$ トン付近で「ぱりぱり」という音を発し、30トン付近で「ぱりーん」と大きな音を発して接着面がせん断破壊し、上腹板と下腹板がばらばらに分離し、それ以上荷重できなかった。したがって、No. 2のタイプの接着継手は鋼橋には使用できない。
- 2) 試験体No. 3は、図5 (c)と図6 (c)にみられるように、30トン付近で「ぱりぱり」という音を発して接着が破損し、腹板の矩形型噛み合わせ相互の水平隙間4mmがメタルタッチ状態になり、その後の荷重に十分耐えた。したがって、No. 3のタイプの接着継手は鋼橋に使用できる。なお、この矩形型噛み合わせタイプは数mmの水平隙間がとれるので、下腹板に上腹板を落とし込む現場架設作業が容易であり実務的である。
- 3) 試験体No. 1は、図5 (a)と図6 (a)にみられるように、荷重中に「ぱりぱり」という小さな音を発したが、上腹板と下腹板が分離することなく、終止、荷重に耐えた。したがって、No. 1のタイプの接着継手は鋼橋に使用できる。ただ、この三角型噛み合わせタイプは、工場製作時の溶接ひずみなどにより、上下の噛み合わせに誤差が生じ、現場架設時に「がた」があり、実務的でない。

4. 理論解析

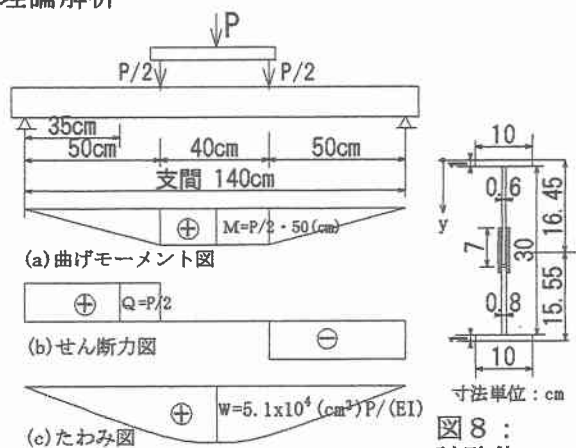


図7：断面力図とたわみ図

図8：試験体No. 3

図8の試験体No. 3について理論解析を行う。

荷重Pのときの曲げモーメント図、せん断力図、たわみ図が図7である。

A (cm^2)	y (cm)	A · y (cm^3)	A · y ² (cm^4)
10x1= 10	0.1	1.0	0
0.6x15= 9	8.5	76.5	650
0.8x15=12	23.5	282.0	6627
10x1= 10	31.5	315.0	9923
(計)	41	674.5	17595

$e_{\text{上}}=674.5/41=16.45\text{cm}$, $e_{\text{下}}=32-16.45=15.55\text{cm}$
 $I=17595-16.45^2 \times 41=6501=6.5 \times 10^3 \text{cm}^4$

断面2次モーメント： $I=6.5 \times 10^3 \text{cm}^4$

鋼のヤング係数： $E=2.1 \times 10^6 \text{kg/cm}^2$

曲げ剛性： $EI=2.1 \times 10^6 \times 6.5 \times 10^3=13.65 \times 10^9 \text{kgcm}^2$

$P=30$ トン $=3 \times 10^4 \text{kg}$ の場合について以降解析しよう。

支間中央の鉛直たわみ：

$$w=5.1 \times 10^4 \times 3 \times 10^4 / 13.65 \times 10^9 = 0.11 \text{cm} = 1.1 \text{mm}$$

(この値は図5 (c)の測定値に合致している)

支間中央の曲げモーメント：

$$M=(3 \times 10^4 / 2) \times 50 = 7.5 \times 10^5 \text{kgcm}$$

支間中央の下フランジの引張りひずみ：

$$\xi = 7.5 \times 10^5 \times 15.55 / 13.65 \times 10^9 = 854 \times 10^{-6}$$

(この値は図6 (c)の測定値に合致している)

支間中央の下フランジの引張応力度：

$$\sigma = 854 \times 10^{-6} \times 2.1 \times 10^6 = 1793 \text{kg/cm}^2$$

支点より右35cmのせん断力： $Q=3 \times 10^4 / 2=1.5 \times 10^4 \text{kg}$

中立軸についての断面1次モーメント：

$$S=10 \times 1 \times 15.05 + 14.55 \times 0.8 \times 14.55 / 2 = 99.7 \text{cm}^3$$

中立軸の鋼腹板のせん断応力度：

$$\tau = 1.5 \times 10^4 \times 99.7 / (6.5 \times 10^3 \times 0.8) = 288 \text{kg/cm}^2$$

中立軸の接着面のせん断応力度：

$$\tau = 1.5 \times 10^4 \times 99.7 / (6.5 \times 10^3 \times 7 \times 2) = 16 \text{kg/cm}^2$$

鋼筋
鋼デッキプレート
鋼床版用U形鋼

支間 18500

a

図9(c)：平断面図

5200
4000

鋼デッキプレート

鋼床版用U形鋼

現場溶接

主桁

3200 3200 3200 3200

寸法単位：mm

図 9 (d) : (a) 部詳細

Technical drawings of a composite steel-concrete beam cross-section.

a-a 図 (Top View):

- Top flange width: 320 mm (divided into three 320 mm segments).
- Web width: 320 mm.
- Bottom flange width: 320 mm (divided into three 320 mm segments).
- Bottom flange thickness: 110 mm.
- Bottom flange segments: 316 mm, 324 mm, 316 mm.
- Labels: 上腹板 (Top flange), 下腹板 (Bottom flange), 鋼床版用U形鋼 (U-shaped steel for steel deck plate).

b-b 図 (Side View):

- Top flange width: 8 mm.
- Web width: 10 mm.
- Bottom flange width: 10 mm.
- Labels: 上腹板 (Top flange), 主桁 (Main truss), 添接板 (Add-on plate), 下腹板 (Bottom flange), 鋼デッキプレート (Steel deck plate).

寸法単位: mm

— 161 —