

角形鋼管を用いた床版橋の載荷試験 (その1 角形鋼管の荷重分担に関する試験)

新日本製鐵 正会員 高木優任 後藤信弘 木村哲夫
佐藤嘉昭 山田英行

1. はじめに 支間 10m 以下程度の小規模な橋梁の合理化・省力化・経済化などを目的として、図 - 1 に示すような、主構造に角形鋼管を利用した床版橋を提案する。角形鋼管を幅員方向に敷き並べ、所定の間隔で側面に開口部を設け、そこにせん断キーとして鋼管を差し込み、コンクリートで一体化する構造である。提案する床版橋構造の荷重分配性能を確認するため、載荷試験を行なったので、その結果を報告する。

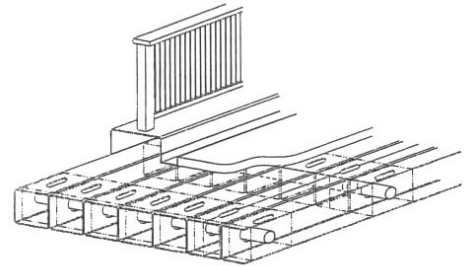


図-1 角鋼管床版橋

2. 試験方法 (1)試験体 実際の橋梁では、 $\square 400\text{mm}$ 程度の角形鋼管を使用し、輸送制限を考慮して幅が 2m 程度となるように 5 本の角形鋼管を並べたパネルを工場にて製作し、現地に輸送・架設することを計画している。これに基づき、本試験では、角形鋼管 5 本を横つなぎして荷重分配性能を確認することとし、試験機の制約から幅が 1.5m 以下に収まるようにスケールダウンすることとした。すなわち、 $\square 300 \times 300 \times 9\text{mm}$ (STKR400) の角形鋼管 5 本を並べ、これに直角に鋼管($\phi 114.3 \times t4.5\text{mm}$)を 1.2m ピッチで貫通させ、周辺にコンクリートを充填した構造としている。

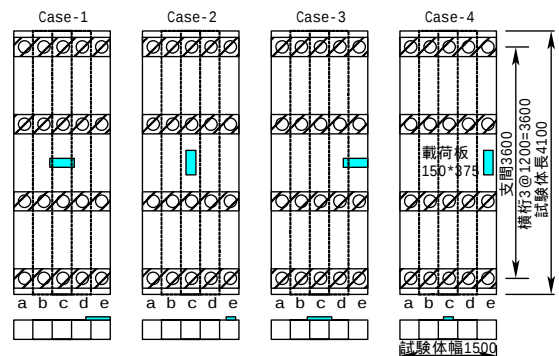


図-2 試験体と載荷パターン

(2)載荷パターン 載荷パターンは、車両の走行方向、載荷位置を考慮し、図 - 2 に示す 4 ケースとした。なお、載荷面は、試験体の構造スケールを 3/4 に縮小しているため、道路橋示方書¹⁾の輪荷重を 75%に縮小した、 $15\text{cm} \times 37.5\text{cm}$ とした。

Case-1：中央載荷(車両橋軸方向走行)

Case-2：中央載荷(車両橋軸直角方向走行)

Case-3：端部載荷(車両橋軸方向走行)

Case-4：端部載荷(車両橋軸直角方向走行)

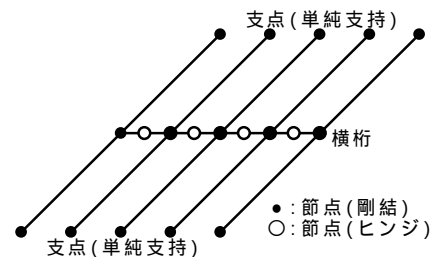


図-3 骨組解析モデル

3. 骨組み解析 本橋の設計は骨組解析により行なうことを想定している。そこで、設計法の妥当性を確認するため、図 - 3 に示す線形骨組み解析を試験と並行して実施した。解析モデルは角形鋼管、ならびに横桁となる鋼管を梁要素でモデル化した。なお、荷重分配部材は鋼管のみとし、横桁の曲げ剛性は小さいと考え、横桁中間に節点を設けてこれをヒンジ結合とし、曲げモーメントは伝達せず、せん断力のみ伝達するようにモデル化した。解析に使用した部材の性能を表 - 4 に示す。

表-4 部材性能

角形鋼管 $\square 300 \times 300 \times 9\text{mm}$
$A=102.7\text{cm}^2$, $I=14300\text{cm}^4$, $J=22178\text{cm}^4$
横桁鋼管 $\phi 114.3 \times 4.5\text{mm}$
$A=15.52\text{cm}^2$, $I=234\text{cm}^4$, $J=681.6\text{cm}^4$
弾性係数 $E=2.05\text{E}+05\text{N/mm}^2$
ポアソン比 $\nu=0.3$

荷重は、節点に集中荷重として与えたが、載荷面が複数の角形鋼管に跨る場合は、面積比を考慮して、**キーワード 角形鋼管、床版橋、荷重分担**

連絡先 〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1 新日本製鐵(株)鋼構造研究開発センター TEL:0439-80-2226, FAX:0439-80-2745

荷荷重を各鋼管に振り分けて載荷した。

4.試験結果 載荷試験の状況を写真 - 1 に示す。今回は、荷重分配性能を確認することが目的であることから、鋼管が曲げ、あるいはせん断の許容応力度に達するまでの弾性範囲内での載荷とした。

(1)荷重分配性能 載荷試験の結果得られた、支間中央部における下フランジの曲げひずみ分布を図 - 5 に示す。各ケースで許容荷重は異なるが、この図では相互比較を容易にするため、荷重レベルを揃え、載荷荷重が 300kN の時の値を示している。図 - 5 より、載荷位置によってひずみの応答が大きく異なることがわかり、中央載荷の場合に比べて、端部載荷のときに載荷点の鋼管に大きなひずみが発生していることがわかる。

また、支間中央部の鋼管ひずみから計算した各ケースの角形鋼管の荷重分担率を表 - 2 に示す。これらの値は、表中に示した今回の試験における各ケースの最大荷重時で評価した値である。これによると、荷重分配が厳しくなる端部載荷の場合でも、鋼管 1 本あたりの荷重分担率は 40%程度であり、載荷荷重の半分以上が他の角形鋼管に分配されていることがわかる。さらに、中央載荷の場合はより荷重分配が有効になされており、荷重分担の最も大きい角形鋼管でも、分担率は 25%程度とほぼ平均化されていることがわかる。

(2)骨組解析との比較 骨組解析で得られた断面力から計算した、支間中央部の角形鋼管のひずみと実験での測定値との比較を図 - 6 に示す。

実験値と解析値を比較すると、解析値のほうが、最大ひずみを大きめに評価している。これは、横桁部の曲げ剛性の評価や鋼管同士の摩擦による荷重伝達などに原因があると考えられるが、骨組解析結果は実測よりも大きなひずみ値を示していることから、荷重分担を安全側に評価している。このことから、設計においては骨組解析を用いれば安全側に評価できることがわかる。

5.まとめ 角形鋼管を用い

た床版橋の荷重分配性能を調べるために載荷試験を実施し、以下のことを確認した。

- ・ 提案する横桁構造で、十分な荷重分配性能を確保することができる。
- ・ 本床版橋は、骨組解析により安全側に設計できる。

なお、本試験の後、上面のコンクリート舗装を施した上で載荷試験を実施した。その結果については別報 2)にて報告する。

参考文献 1)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，2002.3. 2)後藤ほか：角形鋼管を用いた床版橋の載荷試験(その 2 舗装付き角鋼管床版橋の挙動に関する試験),土木学会第 57 回年次学術講演会,2003.9.(投稿中)



写真-1 載荷状況

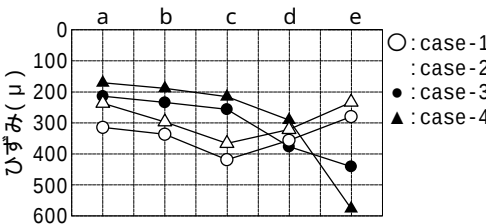
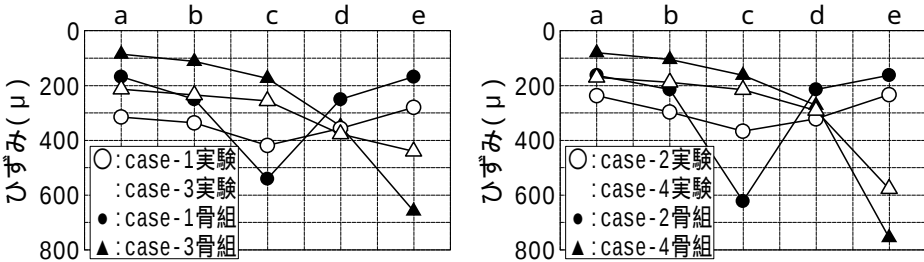


図- 5 鋼管ひずみの分布
(載荷荷重 300kN)

表- 2 荷重分担率

荷重 ケース	載荷 荷重 (kN)	荷 重 分 担					
			a	b	c	d	e
Case-1	530	ひずみ(μ)	345	377	465	397	308
		分担率(%)	18.2	19.9	24.6	21.0	16.3
Case-2	340	ひずみ(μ)	400	507	623	536	393
		分担率(%)	16.3	20.6	25.3	21.8	16.0
Case-3	450	ひずみ(μ)	292	320	375	617	674
		分担率(%)	12.8	14.0	16.5	27.1	29.6
Case-4	340	ひずみ(μ)	189	209	239	327	643
		分担率(%)	11.8	13.0	14.9	20.3	40.0

*鋼管支間中央部のひずみゲージより算出した



(a)橋軸方向走行 (b)橋軸直角方向走行
図- 6 骨組解析と実験結果の比較(載荷荷重 300kN)