

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)

新日本製鐵 正会員 後藤信弘 高木優任 木村哲夫
佐藤嘉昭 山田英行

1.はじめに 支間 10m 程度以下の小規模橋梁の合理化・省力化・経済化などを目的として、主構造に角形鋼管を利用した床版橋(図-1: 以下、「角鋼管床版橋」と称する)を提案している。本構造では、角形鋼管を敷き並べ、溶接を排除するために角形鋼管相互を所定の間隔で配置した鋼管、ならびにコンクリートで横繋ぎし、その上面に直接舗装を施すことを計画している。舗装部を有しない本構造の基本的な挙動については文献1)で報告しているが、舗装を施した場合、隣接する角形鋼管同士は構造的に連続していないため、載荷により、角形鋼管の間に相対的なたわみ差が生じ、舗装にひび割れが生じる可能性がある。これに鑑み、舗装部が構造全体の挙動に与える影響、ならびに舗装部の強度を明らかにすることを目的として、コンクリート舗装を有する角鋼管床版橋の載荷試験を行なったので、その結果について報告する。

2.試験方法 (1)試験体 試験体の概要を図-2に示す。床版橋本体は、 $300 \times 300 \times 9\text{mm}$ (STKR400) の角鋼管 5 本を平行に並べ、これに直角に鋼管($\phi 114.3 \times t 4.5\text{mm}$, SS400)を 1.2m ピッチで貫通させ、貫通部周辺にコンクリートを充填している。床版橋本体の上に、コンクリート舗装として厚さ 15cm のコンクリート版を設けた。コンクリート版は、仮に角形鋼管のたわみ差によるひび割れが発生したとしてもひび割れ幅が制御できるように、橋軸直角方向の鉄筋量をコンクリート版の断面積の 2%以上となるようにした。また、コンクリート版のズレ止めとして U 型に折り曲げた鉄筋を 1m ピッチで角形鋼管の上面に溶接した。なお、コンクリート版と接する角形鋼管の表面は、とくに付着を切るような処理は行なわなかった。

(2)載荷パターン 試験は、支間 3.6m で試験体を単純支持して載荷した。通常の使用状態における床版橋の挙動を調べるため、橋軸方向に車両が走行することを想定して、荷重は床版の中央部に載荷した(Case-1)。なお、この試験では試験機のため能力のために破壊に至らなかったため、Case-1 終了後、車両の走行方向を橋軸直角方向として再度載荷を実施した(Case-2)。載荷板は、道路橋示方書²⁾の T 荷重 1 輪を 75%に縮小した $15 \times 37.5\text{cm}$ のサイズとした。

3.試験結果 Case-1 の載荷試験の状況を写真-1に示す。また、載荷荷重と支間中央部のたわみの関係を図-3に示す。図中には角形鋼管 1 本の荷重分担率(α)をそれぞれ 25%、40%としたときの設計荷重(舗装なし)を示した。なお、ここで荷重分担率を 25%と 40%としたのは、舗装部を有しない試験体での載荷試験の結果、および設計で使用する骨組み解析結果をそれぞれ考慮した¹⁾ものである。

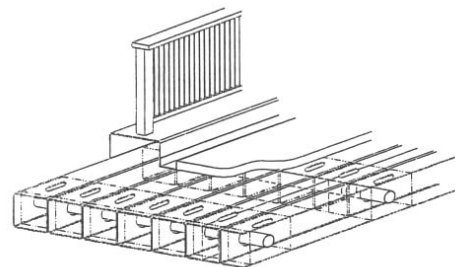


図-1 角鋼管床版橋

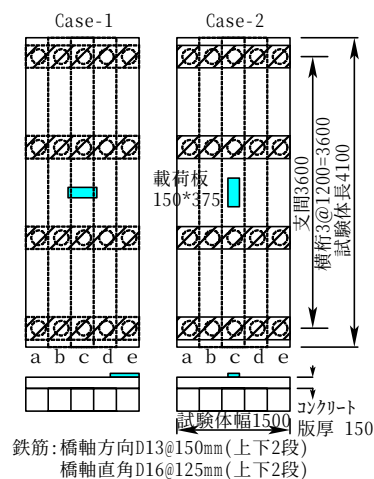


図-2 載荷パターン

表-1 材料試験結果(3本の平均)

	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
角形鋼管	383	445	28
鋼管	384	453	37

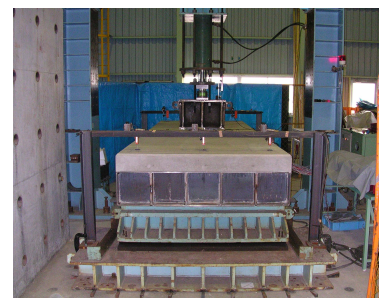


写真-1 載荷状況

キーワード 角形鋼管, 床版橋, コンクリート舗装

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

(1)Case-1 最初、荷重の増加に対して床版中央部のたわみは線形に増加していく。530kN あたりでたわみの勾配が変化しているが、これは角形鋼管とコンクリート版との付着が切れ、両者が重ね梁として挙動し始めるためである。また、1200kN あたりでたわみが急増しているが、これも角形鋼管とコンクリート版との間にズレが生じたためである。ズレがおさまった後、再び荷重は増加するが、1380kN で載荷ジャッキの能力が限界に達した。この時点でもまだ鋼管のひずみは降伏まで達しておらず、コンクリートの上面にひび割れは観察されなかった。ただし、その後の除荷の際、ズレ止めによる拘束のため、コンクリート版に引張力が作用し、支間中央部に1本、橋軸直角方向のひび割れ(ヘアクラック)が生じた。一旦除荷した後、再度載荷を行なったが、この載荷サイクルでは線形の挙動を示した。最大荷重時にコンクリート表面のひび割れを観察したが、除荷時に発生していたひび割れは閉じてしまい、目視で確認できなかった。

今回の試験では、図-3 からわかるように、 $\alpha=0.4$ の場合における設計荷重(約 300kN)の 4.5 倍以上の荷重を載荷したが、載荷段階では舗装コンクリートにひび割れは生じず、十分な強度を有することを確認した。また、設計荷重レベル(500kN)以下ではコンクリート版のズレ、ひび割れは全く発生しておらず、實際上、ひび割れなどの問題は通常の使用状態においては全く発生しないと考えられる。

(2)Case-2 Case-1の載荷の際に角形鋼管とコンクリート版の付着が切れたため、ジャッキが限界にいたる1380kN までほぼ線形に挙動した。図-3 からわかるように、Case-2 の剛性はCase-1 の再載荷ループの剛性とほぼ同じであり、角鋼管床版とコンクリート版の重ね梁として挙動していることがわかる。

4.考察 最大荷重(約 1380kN)時における支間中央部の角形鋼管下フランジのひずみ分布を図-4 に示す。また、図中には、角形鋼管5本が均等に荷重を分担する($\alpha=0.2$)、舗装のない試験での最大荷重分担率($\alpha=0.25$)¹⁾をそれぞれ仮定して計算したひずみの値を示した。舗装ありは、角形鋼管とコンクリート版の重ね梁として計算を行ない、舗装なしは角形鋼管のみで計算したものである。なお、舗装付き試験体のひずみは、付着の影響を排除するため、角形鋼管とコンクリート版とのズレが生じた後、すなわち試験終了直前の再載荷ループから相対的なひずみ値を拾い出した。図-4 より、測定値は、平均的なひずみ量($\alpha=0.2$)としては舗装ありとした計算値によく一致し、荷重分担を考慮した $\alpha=0.25$ の計算結果よりもひずみ量が小さいことがわかる。

表-2 は、最大荷重時における各鋼管の下フランジ部のひずみ分布を示したものである。なお、ひずみの値は付着の影響を排除するため、角形鋼管とコンクリート版とのズレが生じた後、すなわち試験終了直前の再載荷ループから相対的なひずみ値を拾い出している。この表より、載荷方向に関係なく、荷重はほぼ均等に分担されている様子がわかる。

5.まとめ コンクリート舗装を施した角鋼管床版橋について載荷試験を行なった。その結果、設計荷重を 4.5 倍以上上回る 1380kN まで載荷したが、角鋼管床版、ならびに舗装のコンクリート版は破壊に至らなかった。また、設計で懸念される角形鋼管の界面のたわみ差によるコンクリート版表面のひび割れも観察されなかった。さらに、コンクリート舗装を有する角鋼管床版橋の平均的な剛性は、角形鋼管とコンクリート版の重ね梁として評価できることを確認した。

参考文献 1)高木ほか：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),土木学会第 57 回年次学術講演会,2003.9.(投稿中) 2)日本道路協会：道路橋示方書・同解説, 2002.3.

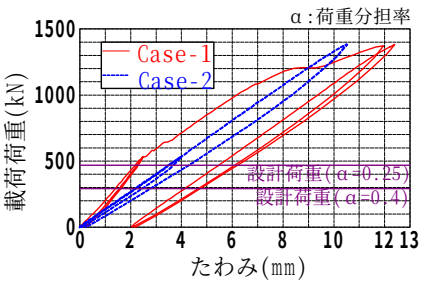


図-3 荷重-たわみ関係
(床版中央部, 角形鋼管 C)

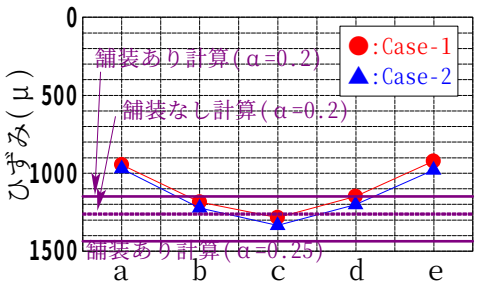


図-4 下フランジひずみ分布
(支間中央断面, 最大荷重時)

表-2 最大荷重時の鋼管下フランジひずみ

	鋼管	a	b	c	d	e
Case-1	ひずみ(μ)	947	1185	1285	1150	923
	分担率	0.17	0.22	0.23	0.21	0.17
Case-2	ひずみ(μ)	972	1224	1336	1203	980
	分担率	0.17	0.21	0.23	0.21	0.17