

緩衝チェーンブラケットにおけるピン孔付近の支圧の実験報告

ショーボンド建設(株) 正会員 ○平塚 慶達
 ショーボンド建設(株) 非会員 安東 祐樹
 ショーボンド建設(株) 正会員 加藤 暢彦
 昭和機械商事(株) 非会員 鍋谷 純一

1. はじめに

道路橋の落橋防止装置の一形式である緩衝チェーンの取付ブラケットの設計では、ピン径およびピン孔径との関係を考慮した係数でその接触範囲(角度)を決め、支圧応力度を算出すると、トッププレートの板厚が大きくなり不経済となる。しかし地震のような一時的な荷重に抵抗する部材の設計では、ブラケット全体の破壊に対する安全性を確認しておけば、局所的な支圧応力度が支配的となって板厚が決まるというような、過大な設計を回避することができると考えられる。そこで、緩衝チェーン取付ブラケットの補強板について、支圧応力度の見直しを実験により行なったので報告する。

2. ピンとピン孔を有するブラケットの設計手法

現在の設計では、ピン孔を有する補強板に対しては図-1に示すように A-A 断面の引張応力度、B-B 断面の曲げ応力度、せん断応力度、S 点の支圧応力度について照査している。その際の θ は $\pm 45^\circ$ や $\pm 22.5^\circ$ を採用することが多い¹⁾²⁾。

実設計における補強板の板厚の決定にあたっては、ピンとピン孔の接触角度 θ によって支圧応力度に対する応力集中係数が決まる。このため、接触幅を 90° 分布($\theta = \pm 45^\circ$)とした場合は引張応力度が支配的となり、接触幅を 45° 分布($\theta = \pm 22.5^\circ$)とした場合は支圧応力度が支配的となる。

3. 実験概要

供試体形状を図-2に示す。検討は製品のうち出荷実績の最も多い 340kN 型のブラケット(A タイプ)と製品のうち最大耐力を有する 1030kN 型のブラケット(B タイプ)について静的載荷実験を行なうこととした。実験に使用したブラケットは、接触部の支圧応力度の範囲を $\pm 45^\circ$ で設計するものとした。ピン孔は、実際に製作されている落橋防止用ブラケットからピン径 $D_p + 4\text{mm}$ とし、一般的に使用されている接触幅を 90° 分布($\theta = \pm 45^\circ$)とする前提条件 $K \leq 1.02$ を満たしていない。なお B タイプについては接触部の挙動に対する板厚の影響を確認するため、標準的な板厚で設計した B2 タイプと、著しく小さい板厚で設計した B1 タイプの2種類用意した。

A タイプは製品の地震時許容引張荷重(510kN)に対する安全性を確認することを目的として、600kN まで漸増載荷

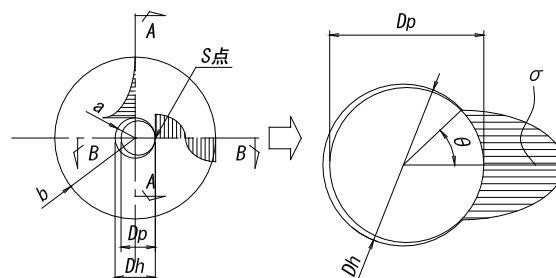
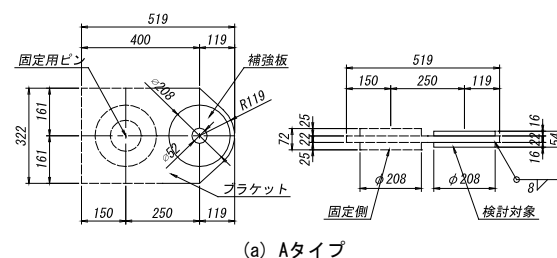
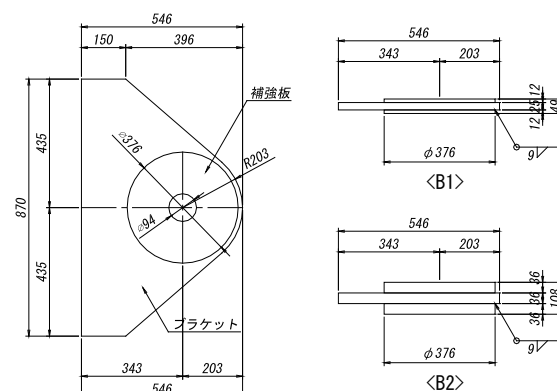


図-1 ピン孔の接触モデルと検討位置



(a) Aタイプ



(b) Bタイプ

図-2 供試体形状

キーワード 落橋防止装置, ピン構造, ピンとピン孔の接触モデル, 補強板, 支圧, 破壊実験

連絡先 〒103-0015 東京都中央区日本橋箱崎町 7-8 ショーボンド建設(株) 本社営業部 TEL03-6861-8105

を行なった。なお、A-3 の供試体においては、製品の破断荷重の 1020kN まで载荷を行なった。

B タイプは、A タイプの実験結果よりブラケットが十分な強度を有していることが想定されたため、製品の破断荷重(3100kN)まで漸増载荷を行なった。またブラケットの破壊に対する安全性を確認するため、ブラケットと引張ジグ間の変位量を測定した(図-3)。さらにピンとピン孔の接触幅を感圧紙により確認した。

4. 実験結果

①静的载荷実験 (A タイプ)

破断荷重まで载荷を行っても、全てのブラケットは破断に至らず、十分な耐力を有していた。

②静的载荷実験 (B タイプ)

一般に用いられているブラケットより極めて小さい板厚を用いた場合(B1 タイプ)でも、その取り付け部分で破断することはなく十分な耐力を有していた。図-3 に示したブラケットとピン間の変位量を図-4 に示す。各供試体ともピンやブラケット間の遊びの影響をのぞけば、ほぼ同様の傾向を示している。また B1 タイプの供試体では、荷重 2400kN あたりから、荷重の増加に対して変位が急増する変曲点が見られた。

③抵抗幅

感圧紙とひずみゲージを用いて、シャックルピンとブラケットの接触幅の影響を検証した。感圧紙の分布を、表-3 に示す。なお感圧紙の変色が一様ではないため、接触幅の計測は変色部の平均値を用いた。全タイプともピンの曲げ変形の影響を受け、補強板側の接触範囲が広くなる傾向が見られる。感圧紙の分布では、ピンの接触角度はおおよそ±40° であった。

5. まとめ

①静的载荷実験を実施し、接触幅を 90° 分布($\theta = \pm 45^\circ$)とした支圧応力度式で計算した破断荷重まで载荷を行っても、全てのブラケットは破断に至らず、板厚が小さいものでも支圧で破壊することはなかった。

②感圧紙を用いて支圧応力の分布幅を測定した結果、一般的に使用されている接触幅を 90° 分布($\theta = \pm 45^\circ$)とした支圧応力度式の接触範囲に近い値であった。

③設計計算においては、支圧応力度の範囲は、±45° の範囲を用いて計算しても問題ないものとする。ただしこれはピン孔に対して十分な補強板半径を有したブラケットについての事例であり、今後はその定量的な判断基準について解析等を用いた詳細な検討が必要であると考えられる。

参考文献

1)日本橋梁建設協会「既設落橋防止システム設計の手引き」2005.3.
2)(財)道路保全技術センター、(財)海洋架橋・橋梁調査会「道路橋の補修・補強計算例」2008.12.

表-1 各供試体の実験結果

No.	最大荷重	実験結果
A-1	600kN	载荷後もピン接触部の変形は、ほとんど見られなかった。
A-2		
A-3	1020kN	ピン接触部の変形は確認できない。ピンが変形した。

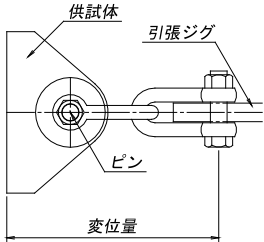


図-3 Bタイプの変位量計測位置

表-2 各供試体の実験結果

No.	最大荷重	合計板厚	実験結果
B1-1	3340kN	49mm	ブラケットは破壊せず、ピン接触部の円孔が楕円状になった。
B1-2	3348kN		
B2-1	3351kN	108mm	ブラケットは破壊せず、ピン接触部の変形も僅かであった。
B2-2	3358kN		

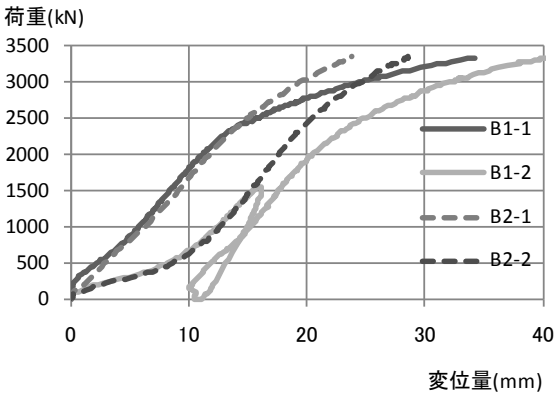


図-4 ピン中心の変位量

表-3 感圧紙の接触幅と接触角度

	負荷荷重 (kN)	接触幅 (mm)	接触角度(°)	
			全体	±θ
B1-2	1560	67	81.2	40.6
B2-1	3351	65	78.8	39.4
B2-2	3353	67	81.2	40.6