

標識板フェールセーフの構造検討

首都高速道路株式会社 正会員 ○久保田 成是
首都高速道路株式会社 正会員 堀内 佑樹

1. はじめに

高速道路上に設置された案内標識は、標識板の中でも大型なものが多く、万が一落下した場合走行車両に被害を及ぼす可能性がある。本稿では、案内標識を対象としたフェールセーフ構造に関する検討について、実験による検証結果と併せて報告する。

2. 標識板の構成

案内標識のような大型の標識板では、基板に水平方向の補強材(以下、横リブと称する)が概ね200mm間隔にスポット溶接されており、その横リブ上に鉛直方向の支持材(以下、縦リブと称する)がボルト及び押さえ金具で固定されている。標識板は、標識柱横梁部に溶接された支持プレートと縦リブをボルトで接合し設置される。(図-1)

3. フェールセーフ構造の検討

首都高における標識板のフェールセーフは、縦リブにアルミT金具(以下、T型金具と称する)を取付け、支持プレートとT型金具をワイヤーロープ(以下、ワイヤーと称する)で繋ぐ落下防止構造が主流である。ここで、図-2に標識板フェールセーフの事例を示す。この事例では縦リブが5本あり、各縦リブの横にT型金具とワイヤーが取付けられている。このとき、通常であれば設計計算上1本当たりのワイヤーが負担する荷重は標識板落下時の荷重を均等に分配する。しかし、ワイヤーは施工誤差等で全て同じ長さにならないなどの理由で片効きが発生し、図-3に示す通り最大1本が全荷重を負担する可能性があり、ワイヤーを安全率2.0で設計するとすれば、ワイヤーの耐力は落下時荷重の0.4倍のため、破断する危険性がある。

以上を踏まえて、片効きが生じないよう縦リブの数によらず2点で吊る構造について検討した。ワイヤーによる張力はボルトを介して横リブ、そしてスポット溶接部へと伝達する。2点で吊る場合、1本当たりの負担荷重が大きくなるため、T型金具を延長して複数の横リブと接合し、抵抗するスポット溶接数を増やす必要が生じる。T型金具が長くなるほど端部のボルトないしはスポット溶接がワイヤー張力の作用位置から遠くなり、全箇所が有効に効かない可能性がある。そこで横リブ4本にT型金具を固定(8箇所で接合)した供試体(図-4)を用いて、落下実験による検証を行った。

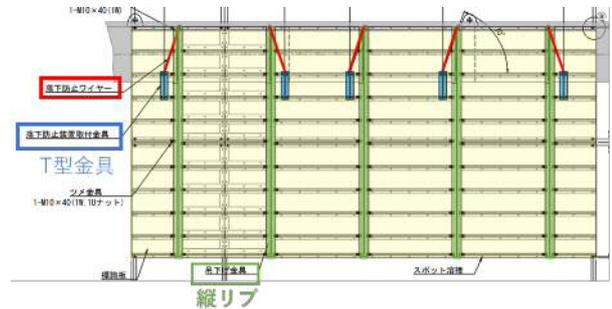


図-2 標識板フェールセーフ構造の事例

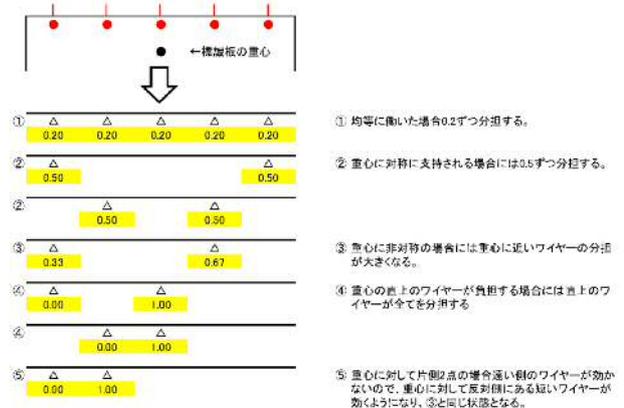


図-3 ワイヤーロープの片効き

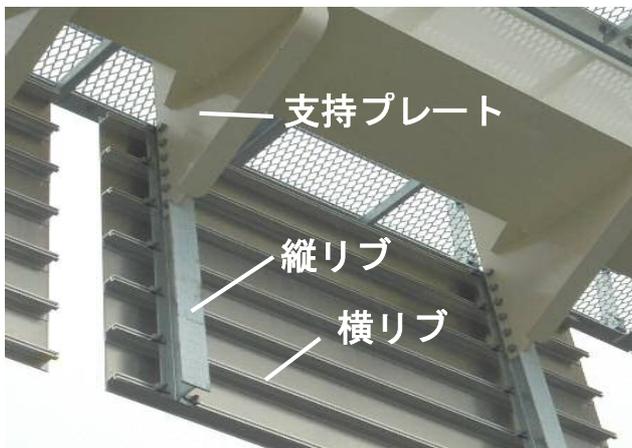


図-1 標識板取付部

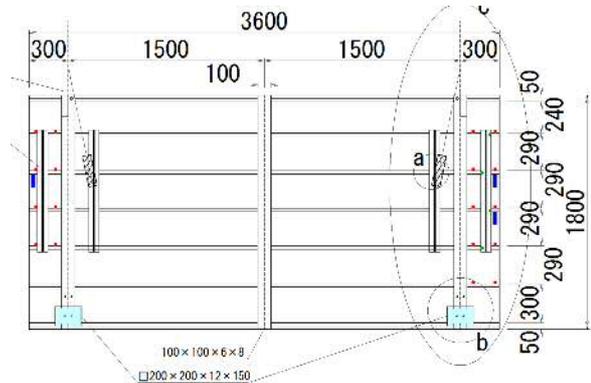


図-4 実験供試体

4. 標識板落下実験

本実験では、標識板重量のアンバランスや落下時の傾斜などによるワイヤー張力の不均等による影響確認と、設計時の安全率の妥当性検証のため、2種類の実験を行った。各実験ケースを図-5に示す。

ワイヤーに生じる張力のバランスを確認する実験(Case1)では、ワイヤーとT型金具の間にロードセルを挟み込み、ワイヤー張力を計測した。さらにワイヤーの安全率を下げていき、実際の安全率を確認する実験(Case2)では、スポット溶接の効きを確認するためT型金具の取付ボルトにゲージを設置し、ひずみを計測した。ボルトゲージは各横リブに対し千鳥配置とした。ゲージの設置位置を図-6に示す。

5. 実験結果及びまとめ

Case1における左右2本のワイヤーの荷重分担率を図-7に示す。この結果から、2点吊構造はアンバランスがあっても概ね50(±8)%ずつ荷重を分担していることが分かる。

次に、Case2におけるワイヤー張力と安全率の設計値との比較を表-1に示す。実際にワイヤーに発生した張力は設計値の50%以下であり、実際の安全率は設計値の2倍以上あるという結果が得られた。

また、T型金具取付ボルトのひずみを図-8に示す。このひずみは落下時の最大ひずみではなく、落下時の衝撃による残留ひずみを表している。ただし、最大で600μと微小であることから、ボルトが降伏した訳ではなく、軸力がわずかに抜けたことによるものと考えられる。4箇所すべてのひずみがケース毎に増加していることから、横リブ4本を固定している8箇所全てのボルトが荷重を分担している(スポット溶接が抵抗している)といえる。また、外側のボルトである最上段と3段目、内側の2段目と最下段との間で、ひずみに2倍程度の差があることから、内側のボルトの方がより荷重を負担しているといえる。これは吊位置が標識板の外側にあるためと推察される。

6. まとめ

以上より、標識板の落下防止構造としては片効きが生じづらい2点吊の構造が有効であることが確認できた。2点吊の課題である1本当たりの分担荷重の増加に対しては、本実験の範囲では横リブ4本程度は、スポット溶接が全箇所抵抗し、吊位置と反対側のボルトの負担率が高い傾向であった。吊位置やT型アルミの長さなどによっては荷重分担が変わる可能性があるため、安全率を2.0程度は見込んでおくことが望ましい。また、ワイヤーの安全率は落下条件のばらつきを考慮しても2.0で十分安全であると考えられる。

参考文献

- 1)一般社団法人 全国道路標識・表示業協会：道路標識ハンドブック、2012年度版

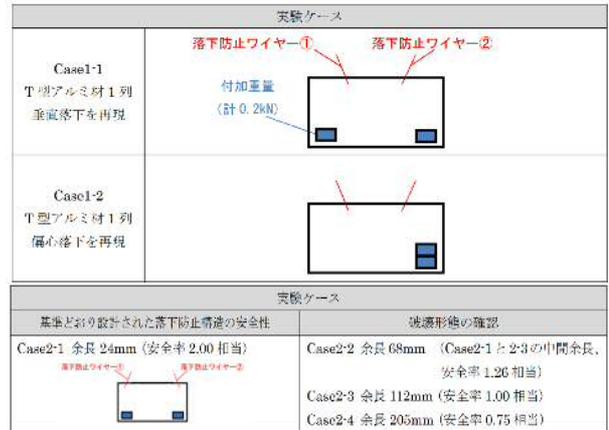


図-5 実験ケース一覧

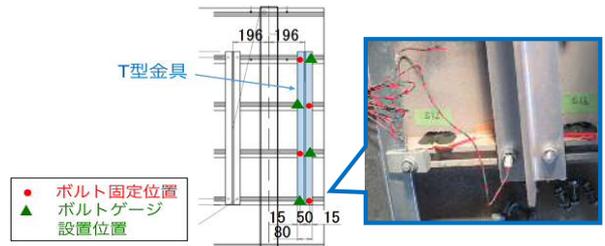


図-6 ボルトゲージ設置状況

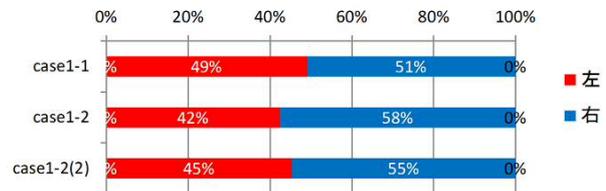


図-7 各ケースにおけるワイヤーの荷重分担率

表-1 ワイヤー張力と安全率の実験値と設計値の比較

CASE	設計張力	実験の張力	設計安全率	実験の安全率	実験/設計
2-1	10.67 kN	5.24 kN	2.03	4.13	2.0
2-2	17.20 kN	6.97 kN	1.26	3.11	2.5
2-3	21.86 kN	7.47 kN	1.00	2.57	2.6
2-4	29.03 kN	9.50 kN	0.75	2.28	3.0
2-5	42.24 kN	14.19 kN	0.51	1.52	3.0

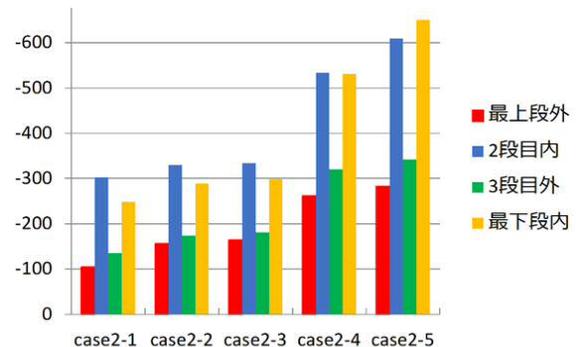


図-8 各ケースにおけるボルトひずみ

キーワード：標識板、フェールセーフ構造

連絡先：〒100-8930 東京都千代田区霞が関1-4-1 首都高速道路株式会社 TEL03-3539-9422