

○ 国鉄 正会員 一條昌幸

1. まえがき

鋼橋は軽量かつ迅速施工という点で有利であるが、最近騒音問題上敬遠されている。鉄道橋における騒音問題は東海道新幹線の無道床鉄桁において顕著になり、下面や側壁遮音板、その遮音板を本体に取付ける際の防振ゴム、ゴムアスファルト系の制振材などの対策を実施し、顕著な成果を挙げている。また、最近では、2枚の鋼板の間に0.5mm程度の高分子樹脂の層をはさんだサンドイッチ板、いわゆる消音板の実橋への応用に関する研究も進み、床組の縦・横桁および橋側歩道の腕材等に使われて一定の成果を挙げている。

一方、鋼桁を新規に建造する場合は、上記の方法以外に鋼桁をコンクリートで被覆する方法が考えられ、昭和48年度以来技術課題として、この方法に関する一連の実験が行われた。これまでに防音効果と繰り返し荷重に対する耐久性が確かめられ、東北新幹線利根川橋梁をはじめ、第一、第二北上川橋梁の床組に採用された。

今回の実験の目的は、腹板に打設したコンクリートによって腹板の座屈耐力が向上し、現行より薄い腹板を使用できる可能性を確認することである。本稿では、昭和41年度に行われたせん断座屈試験について述べる。

2. 試験内容

表-1 試験体諸元

試験体名	D/t	d/D	コンクリート版
S-155-10	155	1.0	無
S-155-11	155	1.0	片側
S-155-12	155	1.0	両側
S-155-22	155	2.0	両側

試験体の各諸元は表-1のとおりである。試験体の中厚比(腹板高/腹板厚、 D/t)は試験体数の制約とあって、実橋のプロポジションに準じて $D/t=155$ を採用した。現在、腹板の座屈に対する設計では、一般に曲げ座屈による規定値($SS41$ の場合、 $D/t=155$)により腹板断面を決定し、支点付近のせん断力の大きな部分は垂直補剛材間隔を小さくすることによって、せん断座屈しないように設計している。

したがって、本実験では理論上コンクリートを打設しない試験体はせん断力により座屈を生ずることになる。また、腹板に打設したコンクリートがこの限界値に及ばず影響を調査するためコンクリートを打設せず鋼板のみのもの、片側にコンクリートを打設したもの、および両側に打設したもの、さらに垂直補剛材の有無による影響を知るため、辺長比2.0のものについても実験を行った。なお、腹板厚は溶接むすみの関係上あまり薄くできないので、図-1に示すように両側2ヶ所に設けた試験区画において腹板厚 $t_w=4.5\text{mm}$ を採用した。

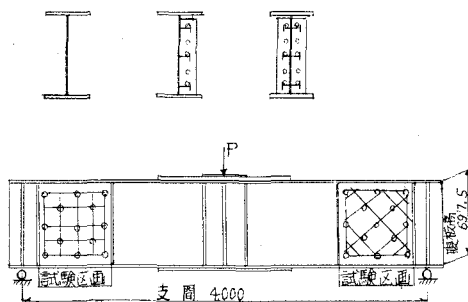


図-1 試験体概要図

3. 試験結果

各試験体の座屈荷重、最終耐荷力を表-2に示す。

表-2 試験結果

試験体名	座屈荷重(ten)	最終耐荷力(ten)	破壊状況
S-155-10	45.2 ⁺	78.9 ^{ten}	斜梁引張移行後 上フランジ座屈
S-155-11	座屈せず	123.4	カバースレート端部上フランジ 局部座屈
S-155-12	同上	125.0	同上
S-155-22	同上	112.0	同上

(1) コンクリートの状況

S-155-11では、斜め鉄筋配置区画で99.8^{ten}の時、支点付近から一気に斜め方向のクラックが発生し、105⁺の時に直方向鉄筋を配置した区画にも同様のクラックが発生した。

S-155-12では、荷重40⁺あたりから徐々にクラックが発生し、むすみの残留が見られるようになった。

S-155-22では、設置時点ですでにコンクリート面の中央

付近にわずかなではあるが、クラックが認められた。このクラックは荷重80t位まで徐々に進行し、それ以後の荷重では進行が止った。他の試験体との差はせん断力によるクラックが複数発生したことである。

4. 考察

(1) コンクリートの役割について

腹板(鋼板)に打設されたコンクリートの役割は図-2に示すように区分して考えることができる。腹板に打設されたコンクリートは、構造上今回の試験体のようにコンクリートと周囲のフランジやスチフナーとの間にシアコネクター(Shear-Connector)のない四周自由の構造と

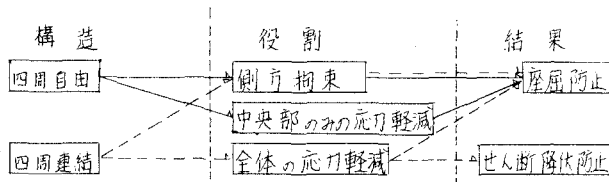


図-2 コンクリートの役割

、腹板、フランジおよびスチフナーにスタッドを溶接するなどして四周連結された構造の2つに区分できる。

i) 四周自由の場合 フランジからコンクリートへ直接応力が伝達されることのないので、フランジとウェブの接合部付近はコンクリートの応力分担作用がなく、鋼板のみでせん断応力に抵抗することになる。したがって、座屈なくともせん断降伏点により一つの限界に達する可能性がある。一方、座屈し易いウェブ高さ中央付近ではジベルにより腹板からコンクリートへ応力が伝達され、鋼腹板のせん断応力は減少し座屈し難くなる。また、荷重が増加してコンクリートに斜め引張りによるクラックが発生するとコンクリートの分担率は下がる。鉄筋の引張り力、コンクリートの圧縮力によりせん断力に抵抗する。また、コンクリートがスチフナーとして抵抗する(側方変位の拘束)ので座屈が防止される。

ii) 四周連結の場合 この場合はフランジから直接コンクリートへ応力が伝達されることにより、腹板全体の応力が軽減され、応力的にも座屈的にも耐力が向上する。さらに四周自由の場合と同様に側方拘束によっても座屈耐力が向上される。

(2) サンドイッチ板としての考察

今回の試験体の腹板とコンクリートと鋼板のサンドイッチ構造として理論解析を試みたところ、コンクリート厚が約1.5cmより大きい場合、座屈は起らないという結果が得られたが、未だ問題点が多く今後、詳しく検討を進めたい。

5. 結論

(1) コンクリートで補剛された板は、すべて外見的には明瞭な座屈現象を示さず、現行の設計標準に決められた腹板高/腹板厚の制限を相当緩和して良いと考えられる。ただし、四周連結構造でないため、せん断降伏に対しては検討が必要である。

(2) 配筋筋の組み方による耐力の有差は認められなかった。

(3) 辺長比2.0の場合は辺長比1.0の場合に比べて、せん断によるクラックが先行した以外に有意差は認められなかった。したがって、すれ止めとしての垂直補剛材は辺長比2.0でも充分であると思われる。

(4) せん断によるクラックは鉄筋に有害と思われる0.2mmより小さく、いずれも0.1mm未満であった。

6. あとがき

今後、今回の実験で不明確な部分についての補足試験、曲げ座屈試験を行なう予定である。

なお、本稿作成にあたり、構造物設計事務所阿部次長、稲葉主任技師の指導を得た。また、実験は(株)東京鉄骨で施行し、稲沢氏等の協力を得た。ここに謝意を表したいと思う。

7. 参考文献

- (1) 弾性安定要覧 長柱研究委員会 1960年
- (2) 軽構造の理論とその応用(下) 林 毅 1968年