

○ 国鉄 正会員 一條昌幸
 国鉄 正会員 稲葉紀昭
 株東京鉄骨 稲澤秀行

1. 概要

鋼橋は軽量かつ迅速施工という点で有利であるが、近年、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となり、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、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を進み、床組の縦、横桁および橋側歩道の腕材等に使用されて一応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52年度に行われたせん断座屈試験、曲げ座屈試験について述べるものとする。

2. 試験内容

前年度に行われたせん断座屈試験では、腹板厚、コンクリート版厚が大きすぎたため、腹板の座屈は確認されなかった。そこで、本年は腹板厚、コンクリート版厚を可能な限り小とし、腹板の座屈が起こるようなアロポーションとした。試験体諸元は表-1、図-1に示すとおりである。

なお、コンクリート版と腹板の連結はφ6のスタッドジベルによる。

表-1 試験体諸元

	試験体名	巾厚比(D/t)	延長比(d/D)	RC版	RC版厚
せん断座屈	S-218-11	218	1.0	片側	左 30mm 右 40mm
曲げ座屈	M-281-000	281	1.5	無	—
	130	281	1.5	片側	30mm
	140	281	1.5	片側	40mm

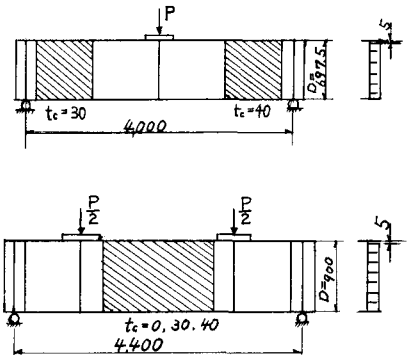


図-1 試験体概要図

3. 試験結果

各試験体の座屈荷重、最終耐力を表-2に示す。

(1) せん断座屈試験

載荷後、20~52^{ton}にかけて、コンクリート面に45°方向のクラックが発生した。P=52^{ton}で座屈と思われる変形が急に増大し、80^{ton}でコンクリートが破壊し、桁が崩壊した。一方、40^{mm}側は支点、載荷点の移動後、101^{ton}で同様の破壊を示した。いずれも斜張場の形態を示した。

(2) 曲げ座屈試験

試験体名	座屈荷重(ton)	耐力(ton)	破壊状況
S-218-11 t _c =30mm	52	80.4	コンクリート版の破壊
— t _c =40mm	52	(101.0)	—
M-281-000	15	107	上フランジ垂直座屈
130	94	115	上フランジ垂直座屈 コンクリート版圧壊
140	82	120	上フランジ垂直座屈 コンクリート版圧壊

表-2 試験結果

記：コンクリートがない場合のせん断座屈荷重、曲げ座屈荷重の計算値は各々14^{ton}、17^{ton}である。

M-281-000 では初期変形が大であったため(10mm)、明瞭な座屈現象はとらえにくかったが、P- δ^2 法によれば15mm 付近で座屈したと思われる。計算値(17mm)に対し低めだったのは、腹板の初期変形によるものと思われる。最終的には、フランジの垂直座屈を示した。

M-281-130,140 では、ほぼ同一様相を示し、20mm程度で中立軸以下のコンクリートにクラックが生じ、最終的には、コンクリートが圧壊し、フランジが垂直座屈を起こした。

4. 考察

(1) コンクリートの役割について

腹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と思われる。

すなわち、コンクリートにより腹板の応力が軽減され、座屈耐力が向上するとともに、腹板の側方変位を拘束する作用(スチフナーとしての役割)によって座屈耐力が向上するものと思われる。

コンクリートに引張クラックが発生すると、曲げの場合は、引張部の鉄筋と圧縮部のコンクリートおよび鉄筋、鋼腹板、フランジによって応力が分担されと考えられ、これは昭和49年度に行われた実験で確認されている。一方、せん断の場合は、コンクリートに45°方向のクラックが発生しても、圧縮弦としてのコンクリートの作用があり、鉄筋、鋼腹板と共同して、せん断力に抵抗するものと思われる。

(2) コンクリートの板厚換算について

上述のようにコンクリートには2つの作用があると思われるが、今回のようにコンクリート厚が小の場合、応力軽減作用はほとんど無視され、側方変位拘束作用のみによる座屈耐力の向上と考えられる。表-3には主な換算法を示しているが、未解決な問題があり、今後さらに検討を要するところである。

表-3 主な換算法

方法	換算板厚		せん断座屈荷重		曲げ座屈荷重	
	30mm	40mm	30mm	40mm	30mm	40mm
ヤング係数比 ($n=10$)	0.61	0.71	56ton	—	71ton	—
合成(曲げ剛度)	2.02	2.58	—	—	—	—
重ね板	1.40	1.90	—	—	—	—

注: 表中 — は座屈しないことを表わす。

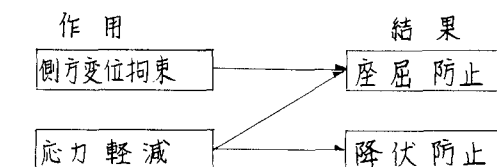


図-2 コンクリートの役割

歪みエネルギー法 (2板の版)	$\epsilon_0 = \frac{1 + \frac{E_s}{E_c}}{1 + \frac{E_s}{E_c}} \div 0.1 \frac{E_s}{E_c}$ 補剛され、鋼板とコンクリート版が一体となって変形するならば、弾性座屈は起こらない。
スチフナー法 (補剛材と考える方法)	鉄筋を本分と考慮すれば せん断 $\left\{ \begin{array}{l} t_c = 30 \text{ mm} \dots R_r = 51 \text{ ton} \\ t_c = 40 \text{ mm} \dots R_r = 79.8 \text{ ton} \end{array} \right.$ 曲げ座屈は起こらない

5. 結論

(1) コンクリート厚(30mmと40mm)による有意差は、コンクリートクラック発生荷重において9%少はあるものの、座屈荷重に対してはほとんど認められなかった。これは、コンクリートの施工、製作ひずみなどの影響が大きいと思われる。

(2) 今回および前回の実験結果から、実際に施工可能なコンクリート最小板厚(15cm程度)、最小腹板厚(6mm程度)を考慮すれば、座屈防止作用は十分であり、弾性座屈は起こらないと考えられる。

6. 謝辞

本稿作成にあたっては、構造物設計事務所、阿部次長の指導を得、実験は株東京鉄骨で行なっていた。ここに謝意を表す。

7. 参考文献

- (1) 弾性安定要覧 長柱研究委員会 1960年
- (2) 座屈理論 子モシエンコ