

第1部門 鋼製箱型橋脚の部材横方向の補剛による変形性能の向上に関する実験

中部大学工学部 正員 山田 善一 京都大学工学部 正員 家村 浩和
立命館大学理工学部 正員 伊津野和行 大林組 正員○岡 重洋

1.はじめに 構造物の耐震安全性を合理的に向上させるには、構造断面（強度）を増加させるよりも、ねばり（変形性能）の確保が重要である。本研究では、部材横方向の補剛間隔及び補剛方法を変えた鋼製箱型柱模型について静的載荷実験を行い、横方向補剛材が部材の耐力及び変形性能に及ぼす効果について解明する事を目的とした。

2.実験概要と供試体 実験ケースとしては全ての供試体で軸力13tonf、曲げモーメントを0. ton*cmとし、それぞれ許容誤差 ± 0.65 tonf、 ± 120 . ton*mm以内に収まるように2台の鉛直アクチュエーターを制御した。また、載荷経路としては1サイクル目に18mmの変位を与え、2サイクル以後は6mmずつ変位を増加させ最終的に54mmまで水平変位を与えた。供試体は、横方向補剛材の影響を調べるため縦方向補剛材は全ての供試体で1本とし、横方向補剛材の間隔及び補剛方法を変化させた供試体とした。供試体は、表1に示すような5種類である。また、B,C,Dタイプの供試体及び供試体断面図を図1に示す。

3.実験結果

1.) 耐荷力 図2に履歴復元力特性の包絡線を図3に第7サイクルにおけるウェブ面の座屈波形を示す。全タイプの座屈波形と最大耐荷力及び耐荷力の劣化の割合について比較してみる。各タイプとも最大耐荷力となるサイクル及びその直後のサイクルまではウェブに座屈が生じておらず、また耐荷力もほとんど低下していない。最大耐荷力となった後の第5サイクルでは、縦補剛材が横倒れ座屈をおこし座屈波形の節となっていないAタイプにおいて耐荷力の劣化の割合は最も大きい。縦補剛材が横倒れ座屈をおこしたものの座屈波形の節となっているEタイプでは、耐荷力の低下の割合は縦補剛材が横倒れ座屈を起こさず座屈波形の節となっているB,C,Dタイプとさほど変わらない。第7サイクルではAタイプの耐荷力が最大耐荷力の約半分にまで低下しており、EタイプはC,Dタイプに比

供試体	横補剛材	補剛間隔 (部材端より)	補剛方法
A	1本	560mm	4.5mm×27mmの板で補剛
B	5本	60,130,210 385,560mm	4.5mm×27mmの板で補剛
C	5本	60,130,210 385,560mm	4.5mm×27mmの板で補剛 更に4.5mm×50mmの板で 十字に補剛
D	5本	60,130,210 385,560mm	6.0mm×54mmの板で補剛
E	3本	130,345 560mm	6.0mm×54mmの板で補剛

表1：供試体表

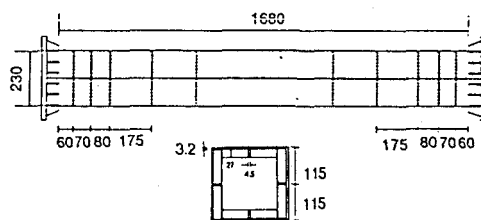


図1：供試体図

べてフランジが大きく座屈しているにも関わらずウェブにおいては座屈の深さには差がなく、また縦補剛材が節線として働いており、C,Dタイプに比べて耐荷力の低下の割合にもさほど差はない。

2.) 履歴吸収エネルギー 表2に各サイクルにおける履歴吸収エネルギー及び

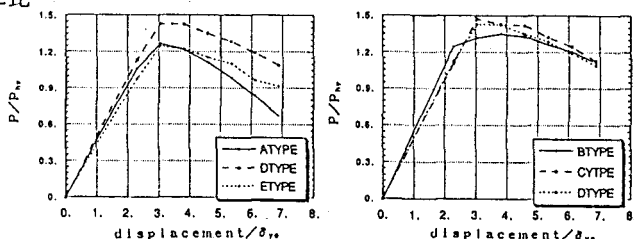


図2：包絡線

総履歴吸収エネルギーを示す。総履歴吸収エネルギーでは、各タイプともあまり差はないことが分かる。これより、1.) の耐荷力と併せて考えるとB, C, D, Eタイプは、横方向補剛材を密に配置することで耐荷力の劣化が少ないうちにもかかわらず、耐力劣化の著しいAタイプとはほぼ同量の総履歴吸収エネルギーが得られていることが分かる。

CYCLE	A TYPE	B TYPE	C TYPE	D TYPE	E TYPE
1	10.036	18.352	12.194	9.0107	8.2500
2	35.235	20.003	30.687	32.630	29.896
3	86.053	57.583	72.275	71.454	74.735
4	140.37	111.75	131.18	132.02	152.94
5	227.86	193.12	218.26	225.18	231.01
6	271.02	280.83	305.25	313.07	204.07
7	200.76	344.70	370.02	370.20	348.69
TOTAL	1088.9	1035.5	1130.0	1154.1	1130.8

表 2 : 履歴吸収エネルギー

3.) 剛性 正負両側の最大変形点から等価剛性を算出しているため等価剛性の劣化の割合は、耐荷力の劣化の割合と大きく関係しており、また結果もよく一致している。図4からも分かるようにAタイプが最も劣化の割合が大きく、B, C, Dタイプでは差がなく、EタイプがA, Dタイプの間の値をとっている。

4.) 水平荷重-鉛直変位履歴曲線

図5に水平荷重と軸方向圧縮量の履歴曲線をA, D, Eタイプについて示した。

Aタイプをみると他のタイプに比べて最後の3サイクルあたりから軸

方向圧縮量が増加しており、縦補剛材が節線とならず大きく座屈していることが分かる。Dタイプでは、材端から60mmのところにある横方向補剛材により、座屈長さを短く抑えているため座屈変形量が小さく抑えられ、軸方向圧縮量も比較小さな値にとどまっている。Eタイプでは、材端より130mmのところにある横方向補剛材により座屈長さを短く抑えているが、その幅がDタイプに比べて大きいのでDタイプより軸方向圧縮量は大きな値をとり、Aタイプに比べて小さな値をとっていることが分かる。

4. 結論

1) 横補剛材をいれ、縦横比 α を小さくすることで縦補剛材剛比 (γ/γ^*) を大きくし、縦補剛材の横倒れ座屈を防ぐことにより最大耐荷力は大きくなる。また、横補剛材間隔が同じであれば、補剛方法を変えたとしてもBタイプ、Cタイプ、Dタイプの中で一番弱いBタイプの補剛(4.5mm*27mmの板で補剛)で横倒れ座屈は防げるためCタイプ(十字補剛)、Dタイプ(6.0mm*54mmの板で補剛)のような強補剛にしても最大耐荷力はほとんど上がらない。 2) 面内曲げを受けるウェブ

部での座屈変形量を小さくし、縦方向補剛材の剛比 (γ/γ^*) を大きくし、縦方向補剛材を節線として有効に働かせることにより、耐荷力の低下の割合は小さくなる。また、縦補剛材が横倒れ座屈をおこしたとしても、節線として有効に働けば耐荷力の劣化の割合をおさえることができる。 3) 本研究での結果より、供試体の断面形状や縦補剛材の断面形状を変化さなくても、横方向補剛材を作用モーメントの大きい部分に密に配置することにより耐震性のある部材の作製は可能であるということが確認された。

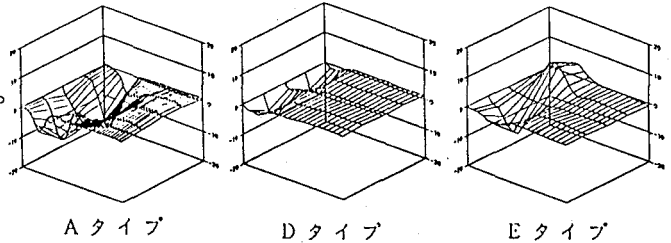


図 3 : 座屈波形

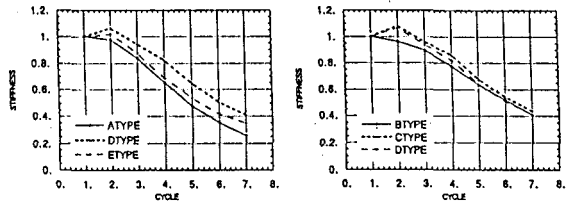


図 4 : 等価剛性

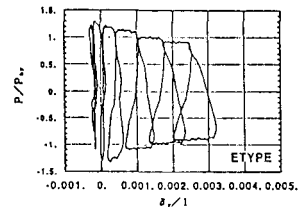
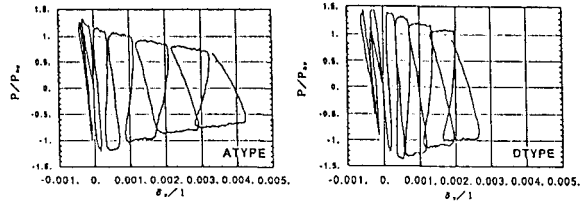


図 5 : 水平荷重-鉛直変位