

I - A58 ウェブに開口部と水平継手を有するプレートガーダのせん断挙動

横河工事	正会員	山崎 正直
日本道路公団	正会員	渡辺 泰行
同 上		菊池 秀二
名古屋道路エンジニア		柴田 憲彦

1. まえがき

名神高速道路瀬田川橋（4 径間連続変断面プレートガーダ橋）の改良工事にあたり、老朽化した床版の補強に主桁増設工法を採用した。増設主桁のうち既設主桁間に設ける内主桁は、既設横桁の改造を最小限にするために、ウェブに横桁貫通用の開口部を設けた。また、現場の制約から、桁高が一定値を超えた部材はウェブに水平継手を設け、ハンドリングと現場での施工性を考慮してフランジ継手とした。

このようなウェブの特殊な構造特性が内主桁の強度に及ぼす影響を確認し、詳細設計でディテールを決定するためのデータを得るために、主桁継手部の実物大模型を製作して静的載荷試験を実施した。さらに、将来の床版打ち換えなどの再改良を見込んで、今回の増設桁が既設桁と同レベルの強度に容易に改良できる構造とするためのデータとした。

2. 試験方法

試験に用いる実物大試験桁は、材質 SM400、桁高2,100 mm、ウェブ基本板厚9 mmとして、ウェブのせん断耐力を評価するために、せん断耐力に対して十分な曲げ耐力が得られるようフランジ断面と載荷スパンを決定した。表-1 に製作した6 種類の試験桁を示す。各試験桁には、ウェブにひずみ測定用3 軸ゲージを貼り、スパン各点に鉛直変位測定用変位計を設けた。図-1 に試験桁の基本構造図を示す。

試験は、2つの可動荷で単純支持した各試験桁スパン中央部に、1,200 tf加圧試験機で静的2点載荷して行った。載荷はサイクル載荷とし、原則として各レベルを2回ずつ、50tfピッチで載荷荷重レベルを増加させ、最終的に応力と変形のモニタリングデータ、試験桁の座屈モード、載荷荷重の増加速度などを総合的に判断し、少なくとも残留変形が10%以上に達した以降、その都度載荷レベルの最終値を決定した。

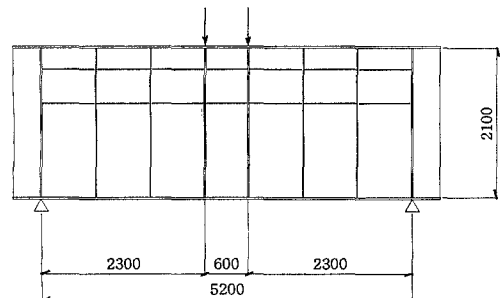


図-1 試験桁基本構造図

表-1 試験桁一覧表

名称	目 的	ウェブ断面積	概 要
A桁	基本桁（継手・開口部なし）	189.00 cm ²	水平補剛材2段と鉛直補剛材でウェブを全強補剛
B桁	水平フランジ継手の性能確認	189.00 cm ²	A桁の2段目の水平補剛材位置に水平フランジ継手
C桁	開口部によるウェブ挙動確認	87.48 cm ²	A桁の片側ウェブを開口して周囲を補剛材で補剛
D桁	開口部板厚増加の効果確認	184.68 cm ²	C桁の開口部ウェブの板厚を板継ぎにより増厚
E桁	開口部の横桁添接効果確認	177.48 cm ²	開口部の左右を横桁を介して添接板とボルトで連結
F桁	詳細設計案のウェブ性能確認	173.34 cm ²	開口部上下を別部材とし開口部片側にフランジ水平継手

主桁増設工法／ウェブのせん断耐力／ウェブの水平継手／ウェブの開口部／実物大模型実験

〒114 東京都北区田端6-1-1(アスカ7-5F)／Tel.03-5814-5991／Fax.03-5814-5998

3. 試験結果

試験結果として、各試験桁の許容せん断応力度から計算した許容荷重、載荷荷重～たわみグラフから読み取った弾性限界荷重、その後に観察された非線形現象、その直前のピーク荷重および載荷打ち切り時の最終荷重を表-2に示す。B桁のフランジ継手部の全体的な滑りは最後まで観察されなかったが、弾性範囲を超えた荷重レベルで、局所的に滑りによると思われる金属音が確認された。C桁で他の試験桁のような荷重のピークが現れなかったのは、図-2から分かるようにウェブのせん断座屈が生じる前の荷重レベルで、開口断面の塑性せん断変形が進行していたためである。F桁で許容荷重の直前で生じた水平フランジ継手の開口部側端部で滑りは、極わずかな局所的な非線形挙動であり、荷重レベルの増加に伴い開口部のせん断添接板の滑りへと移行していった。ウェブのせん断座屈による非線形挙動は載荷レベルが410 tf付近で開口部の支点側パネルで発生したが、変形が進行しても斜め引っ張り場としての安定状態にはならなかった。

以上をまとめると、①水平フランジ継手は添接板による継手と同等の耐力がある、②B桁の載荷荷重ピークはA桁の90%である、③開口部によるウェブ断面積の減少分がそのままウェブのせん断耐力の低下に反映される、④開口部を鉛直補剛材で区切ることで、隣接パネルのせん断耐力に影響を及ぼさない、⑤開口部の両側から横桁を介しての添接はウェブの欠損断面を補う効果がある、⑥添接板のために開口部両側の鉛直補剛材を取り去ると、開口部における塑性せん断変形が局部せん断座屈を早期に誘発する。

4. 考察と結論

- 水平フランジ継手による座屈荷重の低下は、溶接による初期変形と内部応力の増加が原因と思われる。
- 開口部のあるウェブのせん断耐力は、開口部を含むウェブパネルを十分な剛度の鉛直補剛材で区切れば、他のパネルに関係なく設計できる。
- 詳細設計タイプであるF桁継手部の、今回の補強設計せん断力から換算した載荷荷重は130 tfで、それに対して最初の非線形挙動の水平継手の滑り時の荷重レベルは267 tfと、継手の機能上の強度は十分充たしている。しかし、将来の床版打ち換えなどの機能アップを考慮した場合、増設桁も既設桁と同等の耐力に改造することを考えて、当初の詳細設計に、開口部に可能な限り隣接して鉛直補剛材を追加するものとした。

5. 終わりに

今後老朽化した橋梁の補修・補強の必要性はますます高まっていくものと思われる。特に供用中の橋梁の場合、現場の条件や工法による制約で構造が決まる場合が多い。そのときに、その場しのぎの補強ではなく、長期的なメンテナンスビジョンを背景にして、できる限り合理的な補強設計をしていくことが望ましい。

その意味で、本実験の結果と、それを反映した設計および現場での施工実績が、今後の主桁増設工法における設計の資料として参考になれば幸いである。

表-2 試験結果一覧表

名称	許容荷重 (tf)	弾性限界荷重 (tf)	最初に観察された非線形現象	ピーク荷重 (tf)	最終荷重 (tf)
A桁	302	570	最大パネルのせん断座屈	593	578
B桁	302	490	最大パネルのせん断座屈	532	531
C桁	140	280	開口部上下パネルの塑性変形	---	505
D桁	295	530	最大パネルのせん断座屈	661	704
E桁	284	450	開口部継手の滑り	458	437
F桁	277	267	水平継手開口部側端部の滑り	536	505

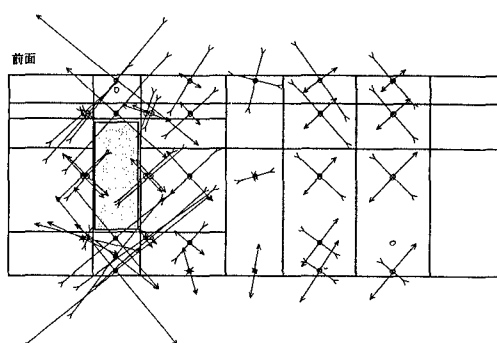


図-2 C桁主応力図