

3次元鋼構造物の応力解析に関する基礎的研究

岡山大学工学部 学生会員 ○ 本郷 英樹
 N T T 鶴海 康雄
 岡山大学工学部 正会員 谷口 健男

1. まえがき 最近、道路橋および鉄道橋において疲労によると考えられる損傷の報告がなされるようになってきた。その多くの場合は、応力集中によるもの、すなわちディテールに起因するものと考えられる。従って、その対策は主として応力集中の緩和を目的とする補強であり、このような局所的な補強策の確立が望まれる。そこで、本研究では、局所的な応力状況を解明する目的で、3次元有限要素解析プログラムの開発を行い、それを使って、一例としてプレートガーダー橋の桁端部の応力解析を行う。具体的には、支承に関する境界条件の変化に対する応力状況を追い、もし応力集中の発生が確認された場合、数種類の補強策を施して解析を行い、応力値の低減と応力分布の均一化について検討を加える。

2. 支承付近の応力解析

解析に用いた橋梁モデルは、単純I形断面を有する溶接プレートガーダー橋の1本主桁を対象としている。その桁端部は、図1に示すように切欠き無く、ソールプレートを使ったすべり支承である。本来、この支承は、A-A面で回転、B-B面ですべることが可能となるように、それぞれの面に固体潤滑材を埋め込んでいるが、何らかの理由でこの構造様式を損ない、その自由度が拘束されたと想定する。ここでは、図2に示すようにCASE 1～3までの境界条件に関する解析モデルを作成した。

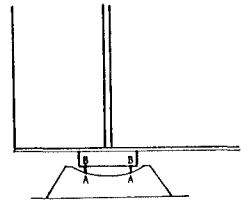


図1 支承付近

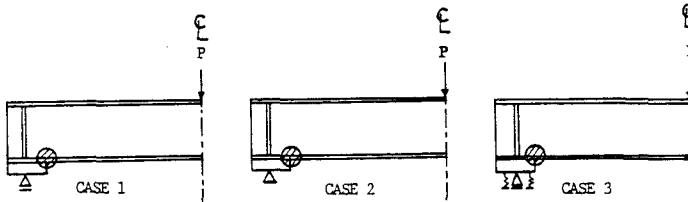


図2 解析モデル

- CASE 1 --- 基本モデル
 CASE 2 --- 支点が移動拘束されているモデル
 CASE 3 --- 支点が回転拘束されているモデル

解析プロセスは、まず全体系を解き、さらに図3に示すように、ズーム技法を用いて桁端部の解析を行った。

結果は次のとおりである。

- ・CASE 1の応力状況： 応力分布は一樣で、その最大主応力値自身もかなり低く、応力集中の発生は見られなかった。
- ・CASE 2の応力状況： 図2の斜線部で応力集中が発生した。最大主応力の Peak値は、ウェブで 2200 kg/cm^2 、下フランジで 2110 kg/cm^2 となった。
- ・CASE 3の応力状況： 図2の斜線部で応力集中が発生した。最大主応力の Peak値は、ウェブで 2550 kg/cm^2 、下フランジで 2890 kg/cm^2 となった。

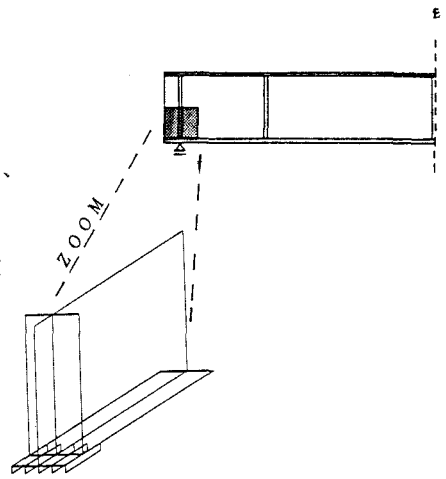
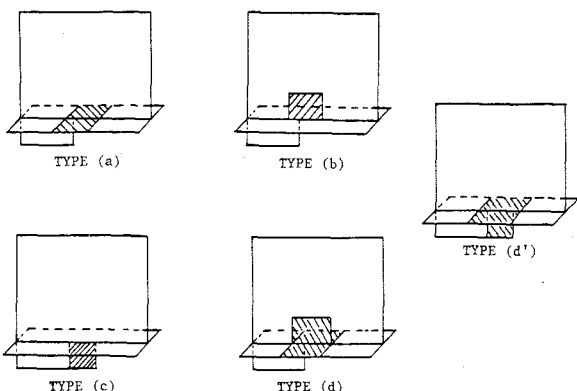


図3 ズームアップ

3. 各種補強法による応力解析

前節で行った応力解析の結果より、CASE 2とCASE 3については応力集中の発生が見られたので、図4に示す (a)~(d),(d')の補強を施して、応力集中の緩和と応力分布の均一化について考察する。なお、補強方法は次のとおりである。



TYPE(a) 下フランジの断面を増やす。

TYPE(b) ウェブプレートの板厚を増やす。

TYPE(c) ソールプレートを延長する。

TYPE(d),および(d') (a)~(c)を組み合わせる。

図4 補強方法

・CASE 2について

TYPE(a)を施した場合： 応力集中箇所での最大主応力の Peak 値はウェブで 1720 kg/cm^2 、下フランジで 1510 kg/cm^2 となり、約 20~30 %の低下が見られた。

TYPE(b)を施した場合： 応力集中箇所での最大主応力の Peak 値はウェブで 2040 kg/cm^2 、下フランジで 2090 kg/cm^2 となり、補強前の応力状況とほとんど変わりがなく、効果が見られなかった。

TYPE(c)を施した場合： 添接したソールプレート端のウェブ、下フランジに応力集中が発生したため、注意が必要と思われる。

TYPE(d)を施した場合： 応力集中箇所での最大主応力の Peak 値はウェブで 1440 kg/cm^2 、下フランジで 1440 kg/cm^2 となり、ウェブで 34.5 %、下フランジで 18.5 %の低下が見られた。

・CASE 3について

TYPE(a)を施した場合： 補強前の応力分布とほとんど変わりがなく、平均的な応力の低下となった。

TYPE(b)を施した場合： ウェブの板厚を 0.2 , 0.4 , 0.6 cm の増加とした結果、0.6 cmでウェブの他の場所でも応力集中移行の傾向が見られた。

TYPE(c)を施した場合： ウェブに対する効果は大きい、下フランジのソールプレート端に、応力集中が移行してきた。

TYPE(d')を施した場合： TYPE (c) の結果を考慮して、さらに下フランジの断面を増やした結果、問題箇所の応力値の低減と応力分布の均一化が見られた。

4. あとがき

以上の結果、つぎのような結論を得た。

- ① CASE 1~3までの応力解析より、支承に問題がない場合では、この橋梁モデルには応力集中が発生しないと考えられ、支承が移動および回転の拘束を受ける場合、応力集中が引き起こされる。
- ② 同一補強法を施した場合でも、応力集中の原因が違っているとその効果が違ってくる。その原因としては、問題箇所の最大主応力方向の相違と変形状態にあるとおもわれる
- ③ 補強する際の断面増加は複数部材を同時に行い、それぞれの断面を剛比バランスを考慮して増やす必要がある。このような配慮を払わなければ、応力集中の移行を起こす可能性がある。

〈参考文献〉 1) 岡田 清 監訳、成井 信・上阪 康雄 共訳 1986-6 月刊 土木施工 臨時増刊
“橋梁その他構造物の損傷事例集” 山海堂

2) 土木施工設計計算例委員会 編集

“実際に役立つ 橋りょう構造物の設計計算例” 1982 山海堂