

I-443

横桁開口部の応力解析

横浜河ブリッジ 正会員 土橋 勝

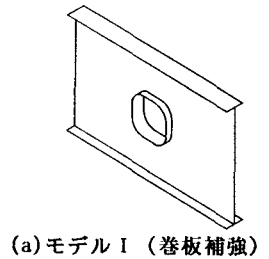
1. はじめに

プレートガーダー橋の横桁は、配管や人間の通行などを目的とした開口部がしばしば設けられる。わが国で、このような構造に対して設計法があるのは、阪神道路公団のみであり、これ以外では、設計者の判断によるところが多い。本報告では、阪神道路公団で採用されている板を開口部周辺に溶接し補強する方法（巻板補強と呼ぶ）と通常の設計で用いられている補強リブを開口部周辺に配置し補強する方法（井型補強と呼ぶ）の有限要素解析を行い、補強方法による桁の応力性状について述べる。さらに施工性を考慮し、矩形の開口部の内側に補強リブを井型に配置する補強方法（井型改良と呼ぶ）の応力性状についても述べている。

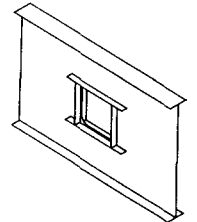
2. 解析モデル

解析の対象とした横桁は長さ2.8m、高さ1.7mとし、開口部は600mm×600mmとした。モデルⅠ（図1(a)）は巻板補強であり、隅角部の半径は200mmとした。モデルⅡ（図1(b)）は井型補強であり、隅角部の半径は100mmである。さらにモデルⅢ（図1(c)）は井型改良であり、水平補強リブ長は施工面の制限より800mmとした。

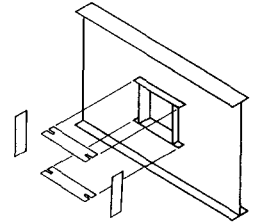
荷重・載荷方法は、図2に示すように横桁の一端を固定とし、自由端部に曲げモーメントを載荷したものとせん断力を載荷したものの2通りとした。



(a) モデルⅠ（巻板補強）



(b) モデルⅡ（井型補強）



(c) モデルⅢ（井型改良）

図1 解析モデル

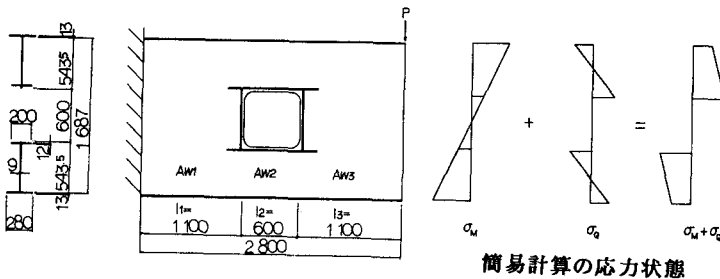


図1 解析モデル

3. 解析結果

(1) たわみ剛性 開口による剛性の低下は、横桁に作用する断面力の内容によって影響の度合いが異なる。せん断力が作用しない純曲げモーメント状態では表1に示すようにほとんど低下しないが、せん断力の比率が大きくなると低下する。よって、開口による剛性の低下を正確に評価するには、せん断変形の影響を考慮したはりの計算をしなければならない。せん断変形によるたわみが式(1)となるので、このときの等価せん断断面積としては式(2)を用いよう。

$$\delta_{\sigma} = \frac{Q \cdot l_1}{A_{W1} \cdot G} + \frac{Q \cdot l_2}{A_{W2} \cdot G} + \frac{Q \cdot l_3}{A_{W3} \cdot G} \cdots (1)$$

$$A_{we} = \frac{1}{\sum (\ell_i / A_{Wi})} \cdots (2)$$

表1 桁端部の鉛直たわみ

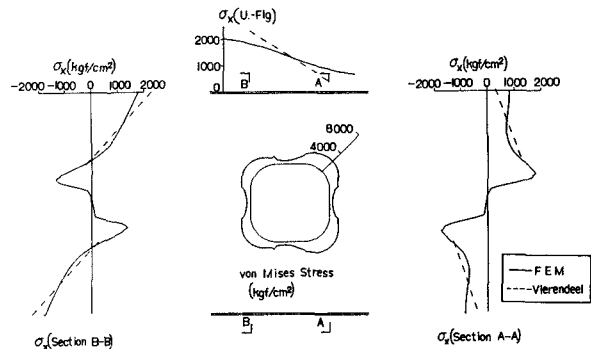
	解析モデル	曲げ変形 δ_M	せん断変形 δ_Q	等価せん断 変形 δ_{Qe}	$\delta_M + \delta_Q$	$\delta_M + \delta_{Qe}$	解析値 δ_{FEM}
純曲げ $M=100$ (t・m)	モデルⅠ	2.107					2.239
	モデルⅡ						2.178
	モデルⅢ						2.189
せん断力 $Q=100$ (t)	モデルⅠ	3.932	2.285	3.299	6.217	7.231	7.297
	モデルⅡ						7.567
	モデルⅢ						7.630

(2) 応力性状 図3(a)～(c)には桁端部にせん断力を載荷した場合の開口部の左右側断面、上フランジの直応力 σ_x と開口部周辺の von Mises の相当応力を示す。図中に実線で示したものが FEM 解析結果、破線で示したものが開口部をフィレンディールとした簡易計算値である。各補強方法ともに開口部周辺において応力集中があるが巻板補強と井型改良にくらべて、井型補強の応力集中が大きい。これは開口部周辺に腹板が突出しているためにその部分に応力集中が生じていることによる。巻板補強は応力集中に対する補強効果が最も大きい、施工性を考慮すると井型改良がよいと思われる。

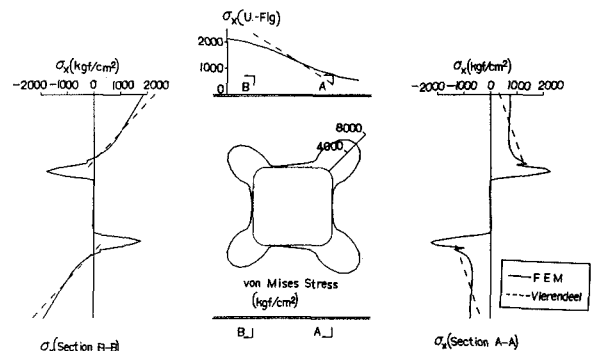
簡易計算値と FEM 解析値との整合性はあまり良くない。特に曲げ応力にしめるせん断力による 2 次曲げ応力 σ_ϕ の影響が大きな A-A 断面では一致しない。また開口部周辺については応力集中の影響で FEM 解析値がかなり大きくなる。純曲げ状態では開口部周辺では梁理論と同様の応力分布となっているため、応力集中はせん断による 2 次曲げ応力による応力集中を考慮すればよいと思われる。

4. おわりに

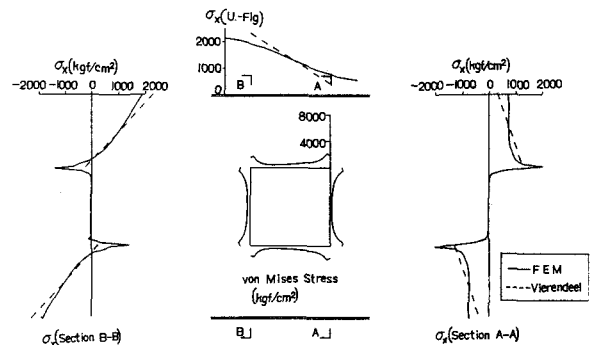
現在、桁高、隅角部半径、開口部の位置などのパラメータを変化させて解析中であり、当日はこれらについても発表する予定である。



(a) モデルⅠ（巻板補強）



(b) モデルⅡ（井型補強）



(c) モデルⅢ（井型改良）

図3 横桁の応力性状