

特許庁正員 井上博之
 大阪大学工学部 正員 大倉一郎
 大阪大学工学部 正員 福本晴士
 高田機工(株) 正員 山田靖則

1. 序論

プレートガーダー橋の主桁と横桁の連結部に、図-1に示すような疲労亀裂が発生している。これらの疲労亀裂の中で、タイプ1とタイプ4の疲労亀裂に対して、それぞれコネクションプレートに生じる膜応力 σ_{my} と主桁ウェブに生じる板曲げ応力 σ_{by} がその発生原因である。本研究では、コンクリート床版と横桁連結部から成る供試体の疲労試験を実施し、これらの応力の発生特性を調べ、主桁上フランジとコンクリート床版の連結構造が横桁連結部の疲労亀裂発生に与える影響を明らかにする。

2. 疲労試験

疲労試験に用いた供試体を図-2に示す。供試体は実橋の横桁連結部の横桁の上フランジから上部とコンクリート床版を主鉄筋方向に切断した帯状の床版から成る。供試体Aと供試体Bは、それぞれ実橋の外主桁と中主桁に対応する。コンクリート床版と主桁上フランジの連結構造が疲労亀裂の発生・伝播に与える影響を調べるために、図-3に示すように、各横桁連結部でスタッドジベルの配列および本数を変えた。連結部A-2Rと供試体B-2ではスラブアンカーを用いた。

疲労試験から、以下のことが明らかになった。

- 1) スタッドジベルの配列、本数にかかわらず、横桁連結部に疲労亀裂が発生する。スラブアンカーが用いられた横桁連結部においても同様な疲労亀裂が発生する。
- 2) 供試体Aについては、タイプ1とタイプ4の疲労亀裂がそれぞれ独立に発生する。供試体Bについては、タイプ1の疲労亀裂が発生・伝播した後、タイプ4の疲労亀裂が発生する。

3. 局部応力の発生特性

図-4に示すように、主桁上フランジには、スタッドジベル、あるいはスラブアンカーの引き抜き作用によって鉛直力が生じる。さらに、コンクリート床版と主桁上フランジの接触を通して鉛直力が生じる。これらの鉛直力の総和をQで表

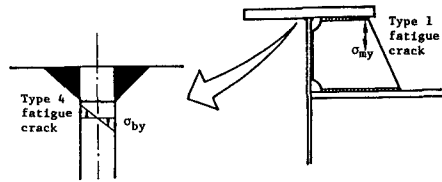


図-1 プレートガーダー橋に生じる疲労亀裂

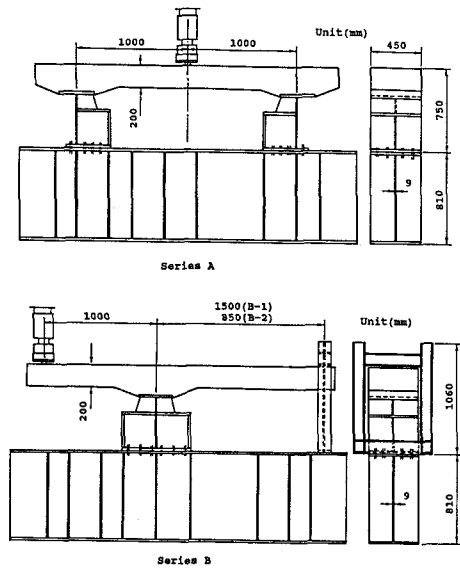


図-2 供試体

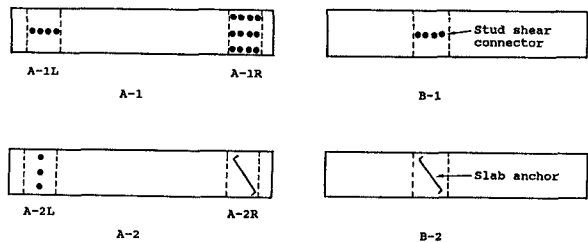


図-3 供試体の連結構造

す。また、供試体Aの主桁上フランジには、スタッドジベル、およびスラブアンカーのせん断抵抗によって水平力が生じる。これらの水平力の総和をSで表す。次式に示すように、 σ_{my} と σ_{by} をQとSによって生じる応力成分に分解した。

$$\sigma_{my} = \sigma_{my,Q} + \sigma_{my,S}$$

$$\sigma_{by} = \sigma_{by,Q} + \sigma_{by,S}$$

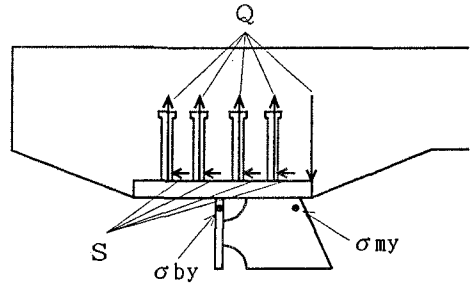
ここに、 $\sigma_{my,Q}$ と $\sigma_{by,Q}$ は、それぞれQによって生じる σ_{my} 、 σ_{by} の応力成分であり、 $\sigma_{my,S}$ と $\sigma_{by,S}$ は、それぞれSによって生じる σ_{my} 、 σ_{by} の応力成分である。これらの応力成分の値を表-1に示す。 σ_{my} に対しては、Qによる応力成分が大きく、Sによる応力成分は非常に小さい。 σ_{by} に対しては、QとSの応力成分は同等に生じる。表-1に示すA-O、B-Oは横桁連結部の直上にスタッドジベル、あるいはスラブアンカーが配置されていない連結構造であり、有限要素法解析だけに用いられた構造である。両者の連結構造の値は他の連結構造の値より小さい。したがって、ずれ止めを横桁連結部の直上に配置しないことにより、局部応力 σ_{my} と σ_{by} を低減させることができる。

4. ずれ止めの配置が局部応力に与える影響

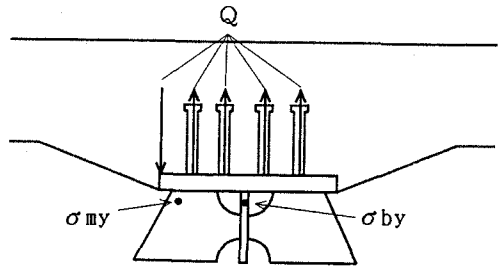
ずれ止めの配置が σ_{my} に与える影響を明らかにするために、図-5に示すようなモデルに対して有限要素法解析を適用した。解析の結果、ずれ止めが横桁連結部の直上から、少し遠ざけて設けられることにより、 σ_{my} が急激に低減することが明らかになった。

表-1 各応力成分の値

	Q (kN)	S (kN)	σ_{by} (MPa)	$\sigma_{by,Q}$ (MPa)	$\sigma_{by,S}$ (MPa)	σ_{my} (MPa)	$\sigma_{my,Q}$ (MPa)	$\sigma_{my,S}$ (MPa)
A-1L	49.0	41.6	-238.2	-241.2	3.0	43.4	8.7	34.8
A-1R	49.0	56.3	-291.3	-295.2	3.9	96.2	49.0	47.2
A-2L	49.0	57.8	-240.8	-244.7	3.9	67.7	18.6	49.0
A-2R	49.0	51.7	-345.3	-348.6	3.4	31.0	-13.9	45.0
A-O	49.0	0.0	-183.9	-183.9	0.0	-9.8	-9.8	0.0
B-1	49.0	0.0	-276.4	-276.4	0.0	-10.2	-10.2	0.0
B-2	49.0	0.0	-249.7	-249.7	0.0	-10.3	-10.3	0.0
B-O	49.0	0.0	-180.0	-180.0	0.0	-7.4	-7.4	0.0



(a) Series A



(b) Series B

図-4 主桁上フランジに作用する鉛直力と水平力

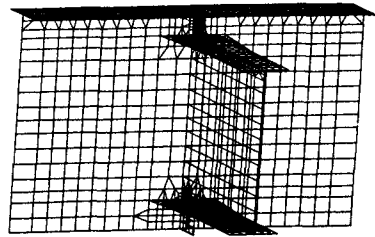


図-5 メッシュ分割図