

I - A199

主桁の外ケーブル補強におけるケーブル定着部近傍の応力解析

荒谷建設コンサルタント 正会員 山口 晶子

荒谷建設コンサルタント フェロー 多賀谷 宏三

広島大学工学部 正会員 藤井 堅

1. はじめに

筆者らは橋梁補強法のうち、最も有力な一つといえる外ケーブルを用いた鋼主桁補強に的を絞る、この補強法が連続合成橋樑に対して適用可能であるかどうかについて検討した¹⁾。その結果、解決すべき問題はまだまだいくつかあるものの、外ケーブル補強は実橋に対してたいへん有用であると判断された。またここ数年、外ケーブルによる橋梁補強例もみられるようになった²⁾。

本研究では、外ケーブル補強に際し、ケーブル定着部付近の応力状態について検討した結果を報告する。

2. サドル定着部の有限要素解析

2. 1 サドル定着部の構造

外ケーブルによって桁により大きな曲げモーメントを生じさせるためには、図1のように主桁下フランジにサドルを取り付けてケーブルを配置し、プレストレスを導入するのが施工などの面から容易であると思われる。このとき主桁のサドル定着部付近にはケーブル張力によって大きな応力が生じるため、ウェブが座屈する可能性も考えられる。ウェブの座屈を防ぐためには補剛材などを取り付けて補強する必要があるが、本研究では補剛材の取り付け位置などを把握するための基礎資料を得るために、まず鉛直補剛材のないプレートガーダーについて解析し、サドル定着部近傍の局部応力状態を調べた。

2. 2 解析モデル

サドル定着部付近の応力状態を検討するため、図2に示すモデルを用いた。解析は板殻構造とみなした桁の弾塑性有限要素法を用いて、表1に示すような H/t_w の異なる6ケースについて行った。それらのうち、ここでは $H/t_w=313$ の場合について述べる。

2. 3 ウェブの鉛直方向応力

ケーブルによるプレストレス(1.46MN)導入時のウェブの鉛直方向応力状態を図3に示す。なお◇は張力 $T=0.39\text{MN}$ 、□は $T=1.18\text{MN}$ 、○は $T=1.46\text{MN}$ のときの応力をそれぞれ示している。

図3より、サドル取付位置にはあまり大きな応力が生じないものの、サドル取付位置趾端部には大きな応力が生じていることがわかる。サドル取付位置趾端部のウェブが $T=0.79\text{MN}$ のときに最も早く降伏し、その後周辺に塑性域

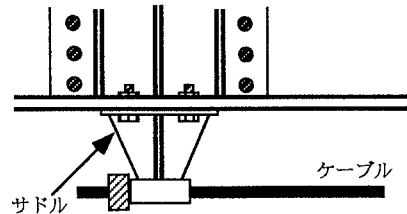


図1 サドル定着部の構造

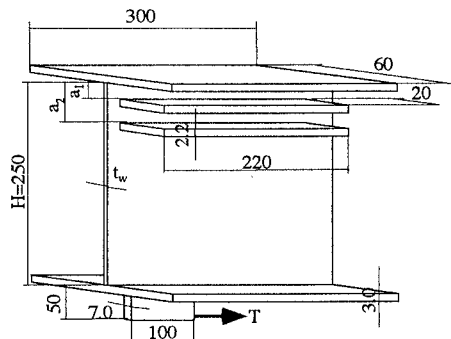


図2 解析モデル (単位: cm)

表1 解析モデル

	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
ウェブ高 H (cm)	250.0					
ウェブ厚 t _w (cm)	2.8	1.9	1.2	0.9	0.9	0.8
H/t _w	89	132	208	278	278	313
水平補剛材 段数	なし	なし	1段	1段	2段	2段
補剛材位置 a1 (cm)	-	-	50.0	50.0	35.0	35.0
補剛材位置 a2 (cm)	-	-	-	-	90.0	90.0
補強に必要な プレスト レス量 (MN)	2.56 (261tf)					

Keywords 外ケーブル, 補強, プレストレス, サドル

〒730 広島市中区舟入南4丁目14-15 TEL (082) 234-5660 FAX (082) 234-4961

〒739 東広島市鏡山1丁目4-1 TEL (0824) 24-7790 FAX (0824) 24-7792

が拡大していく。

2. 4 ウェブの面外変位

ケーブルによるプレストレス導入時のウェブの変位を図4に示す。なお×は $T=0\text{MN}$ の初期たわみ、◇、□、○はそれぞれ図3と同じ荷重の変位を示している。また、プレストレス導入にともない最も大きな応力が生じると予想される箇所の図5に示す節点について、荷重たわみ曲線を図6に示す。

図4より、変位の場合も応力の場合と同様に、サドル取付位置にはあまり大きな変位が生じないが、サドル取付位置趾端部には大きな変位が生じていることがわかる。またウェブの厚い桁（モデル1、2）では最大変位の生じる位置が $Z/0.5H=0$ 付近であったが、薄い桁（モデル3～6）では $Z/0.5H=-0.5$ 付近に生じるがわかる。

図6より、ウェブに与えられた初期たわみの影響により下フランジに近いほどたわみが小さいが、荷重の増加にともなって圧縮力によるたわみ生じていることがわかる（点D）。したがって鉛直補剛材を取り付ける際には、鉛直方向圧縮力のみに抵抗するように配置すればよいと考えられる。

3. まとめ

プレートガーダーの下フランジに外ケーブルを用いてプレストレスを導入した場合、サドル定着部近傍の応力と変位に関して以下のことが明らかとなった。

1) プレートガーダーにプレストレスを導入する場合、サドル取付位置趾端部のウェブに最も大きな応力が生じ、他の部分よりも早く降伏する。2) ウェブの最大変位はウェブが薄い桁ほど、ウェブ下縁から1/4付近に発生する。3) ウェブに鉛直補剛材を取り付ける場合、その取付位置はサドル取付位置趾端部が最も有効であると考えられる。また補剛材はウェブ全高にわたって取り付ける必要はなく、圧縮力が生じる部分のみに配置すればよいと推測される。

本研究の結果をもとに、鉛直補剛材を取り付けた場合の応力解析を行うつもりである。

【参考文献】 1) 山口晶子、藤井堅、岩村和哉、小浜等、吉田仁司；鋼連続桁橋における外ケーブル補強の適用性、鋼構造年次論文報告集、Vol.4, pp.241-248, 平成8年11月。

たとえば、2) 石井博典、柏木亮二、檜原正樹、名取暢；ケーブルを用いた既設橋の鋼桁補強工法、横河ブリッジ技報、No.26, pp.192-206, 平成9年1月。

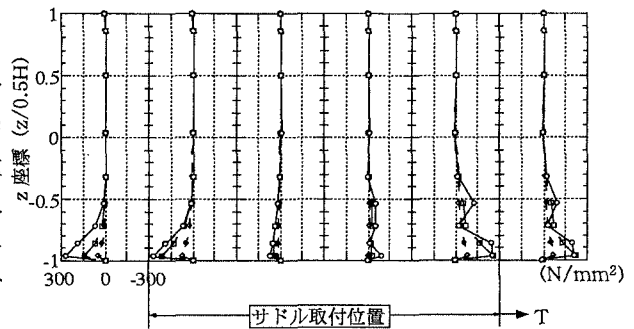


図3 ウェブの応力状態

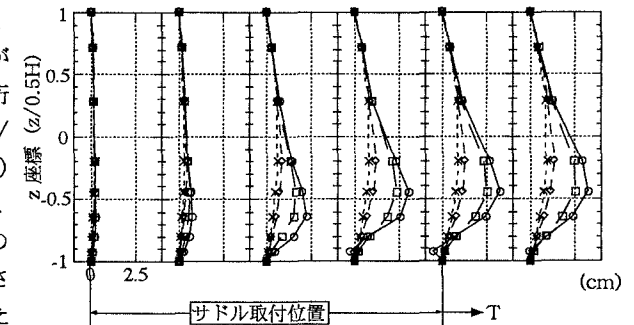


図4 ウェブの面外方向変位

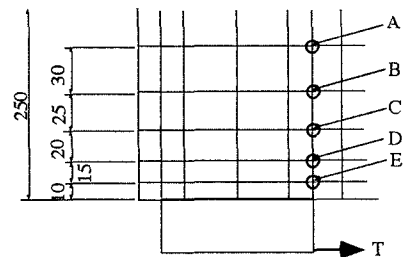


図5 ウェブの節点位置（単位：cm）

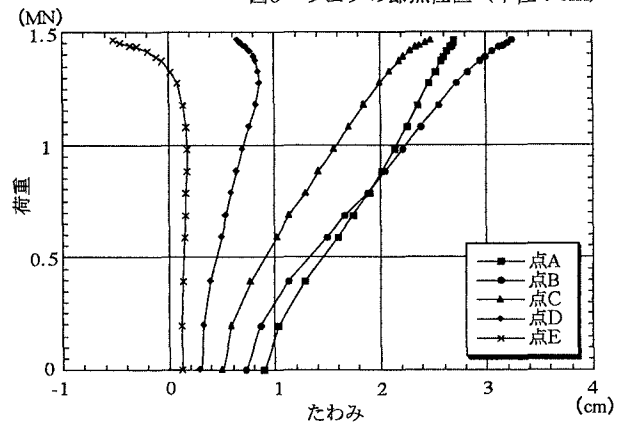


図6 荷重たわみ曲線