

外ケーブル補強におけるプレートガーダー腹板の力学挙動解析

川田工業（株） 正会員 ○松尾 武和
 広島大学工学部 正会員 藤井 堅

1.はじめに 耐力不足の鋼橋の補強法の1つに、経済性、施工性の面で優れた外ケーブル補強があるが、外ケーブル定着部近傍の局部応力の問題については十分な検討がなされていない。本研究では主桁のプレストレッシングによる補強を行うに際し、新たに設置するサドルや垂直補剛材の形状、腹板の応力および変形状態を考慮してケーブル定着部近傍の補強方法を検討する。

2.方法 橋梁モデルは、旧道路橋示方書の設計活荷重 TL-20 を適用して、支間 30m の単純非合成 4 主桁橋である。このとき、非合成桁橋でも実際には、合成桁的な挙動となることをも考察して、合成および非合成桁の両面から応力検討を行う。この橋梁モデルが新道路橋示方書の B 活荷重に対する耐力不足を、外ケーブルで補強する場合を想定し、補強に関する種々のパラメトリック解析を行った。

3.検討概要**(1)解析モデル**

橋格：1 等橋

活荷重：TL-20

支間長：30m

床版：RC 床版

使用鋼材：

SM490Y

許容応力度：2100kgf/cm²**(2)補強条件** 形式：下フランジ定着方式 活荷重：B 荷重

B 活荷重に対して、支間中央部及び支点から 5m 付近において許容応力度を超過するので、この部分を外ケーブルを用いて補強する。プレストレス導入条件は、図 2 に示す断面 A、C について非合成としたとき鋼桁が降伏しないこと、合成桁と考えたときに床版上端部にひび割れが発生しないことである（表 1）。断面 A、C に与えた表 1 の条件をケーブル配置とプレストレス力について示せば図 3 を得る。図中の斜線部が全ての条件を満たす領域となる。ケーブル位置を下フランジから 40cm 以上偏心させて配置し、必要最低限のプレストレスを与えた。

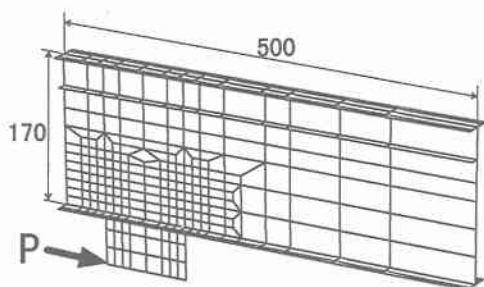


図4 解析モデル

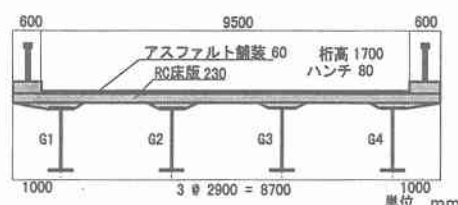


図1 単純非合成4主桁橋

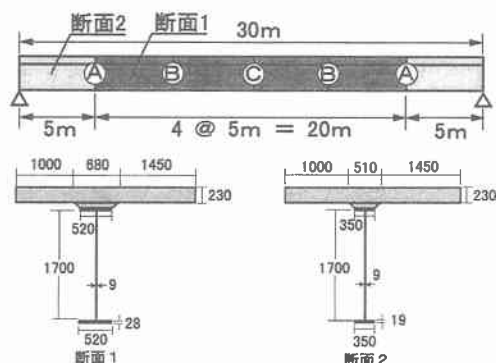


図2 G1,4桁の断面構成

表1 プレストレスを与える条件

	条件1	条件2	条件3
部位	上フランジ	下フランジ	床版上端部
挙動形式	非合成		合成
荷重条件	死荷重+活荷重		死荷重のみ
許容応力度	2100kgf/cm ² 以下	-2100kgf/cm ² 以上	-20kgf/cm ² 以上

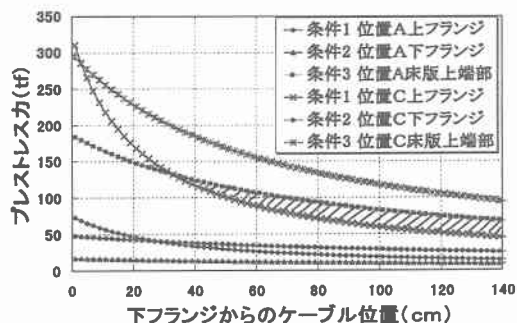


図3 ケーブル配置とプレストレスの関係

4. 解析結果 **4. 1 サドルの形状** サドル定着部近傍のウェブの応力状態について相当応力が 2000kgf/cm^2 以上の領域（以下、「Y領域」と呼ぶ。）に注目する。サドル長を 100cm と一定にし、サドルを高さを大きくすると、Y領域がサドル左趾端部(引張域)では大きくなり、右趾端部(圧縮域)では小さくなる(図 5 の①)。両趾端の応力分布からサドル高 50cm 前後が妥当と考えられた。次にサドル高 60cm を一定にし、サドル長を大きくすると図 5 の②を得る。図から局所応力を緩和できるが、降伏しないためには 3m 程度必要である。

4. 2 下フランジ補剛板 サドル長 100cm 、サドル高 60cm 、プレストレス 88.7tf とし、補剛板(図 6 参照)の厚さ a 及び長さ w を変化させると図 7 を得る。補剛板長さを 120cm にし、厚さを大きくすると、サドル両趾端部でY領域が小さくなる効果が得られた(図 7 の③)。補剛板厚 3.0cm とし補剛板の長さを大きくすると、右趾端部では、補剛板の長さが 140cm まではY領域を小さくする効果があるが、それ以上長さでは効果はないことがわかる(図 7 の④)。

4. 3 垂直補剛材 サドル両端のウェブの応力を緩和させるため、図 8 のような垂直補剛材を設ける。リブ厚を変化させたときのウェブの応力を図 9、表 2 に示す。添接板($70 \times 20 \times 1\text{cm}$)を装着することにより、初期降伏のプレストレスが約 4 割改善され、さらにリブ厚 10mm を付加すると、約 1 割改善される。しかし、リブ厚を大きくしても、効果はあまりない。

5. 結論 1) 下フランジ定着型の外ケーブル補強について、最適なサドルの高さ、長さを見出すことができた。しかしウェブの降伏は局部的には免れないことがわかった。2) 下フランジに補剛板を装着すると、サドル両趾端の降伏領域を減ずる効果がある。3) 垂直補剛材(リブ厚 1.0cm)で、ウェブの応力、最大たわみ量を大幅に減ずることができる。4) 以上の補剛法を組み合わせれば、定着部近傍の降伏領域を小さくして、所要プレストレスを導入することが可能であると言える。

6. 参考文献 1) 社団法人日本道路協会；道路橋示方書・同解説，平成 6 年 2 月 2) 社団法人全日本建設技術協会；土木構造物標準設計第 23～27 巻解説書（単純プレートガーダー橋），平成 6 年 4 月

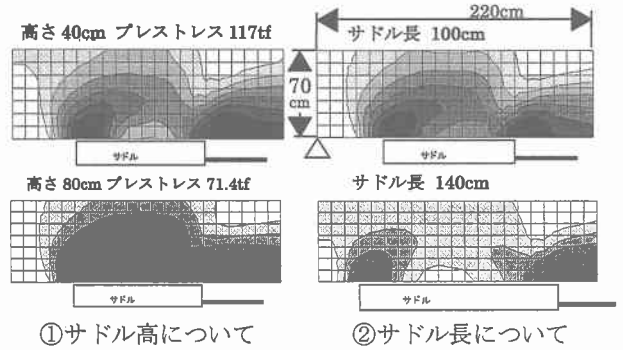


図 5 相当応力分布図

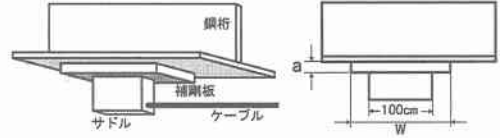


図 6 補剛板概略図

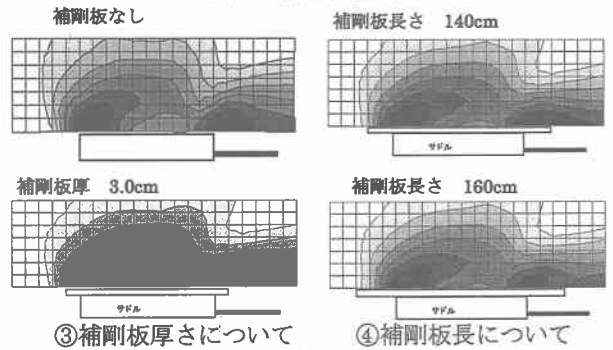


図 7 相当応力分布図

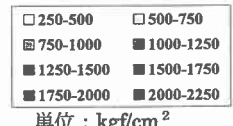
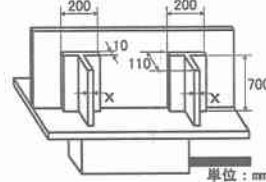


図 8 垂直補剛材

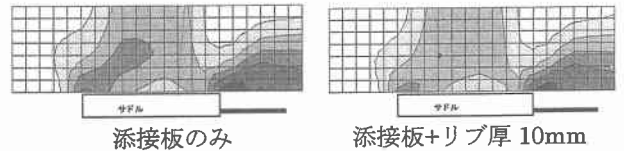


図 9 相当応力分布図

表 2 初期降伏

リブ厚X(mm)	補剛なし	添接板のみ	添接板+リブ厚10mm	添接板+リブ厚15mm	添接板+リブ厚20mm
初期降伏のプレストレス	43.5 tf	76.8 tf	86.8 tf	86.9 tf	87.4 tf
所要プレストレス	88.7tf				
屈外方向最大たわみ	2.31cm	1.21cm	0.98cm	0.98cm	0.97cm