

1. まえがき 近年，既存橋梁の中には，供用開始から長期期間が過ぎて補強が必要なものが多い．鋼主桁の補強法には，鋼板添接補強，およびPCケーブルによる補強(ケーブル補強という)が主に採用されている．最近では，ポストテンション補強法なども提案されている．そこで，一般的な3径間連続非合成桁橋を対象に，活荷重が増加した場合を想定して，各補強法を適用した場合の有効性について，骨組構造の弾塑性有限変位解析プログラムEPASS¹⁾を用いて検討した．

2. 各補強方法の概要 鋼板添接補強は，断面が不足する部分に添接板を配置し，高力ボルトなどで桁断面と一体化させ剛性・強度を増加させる方法である．ケーブル補強は，PCケーブルを利用してプレストレスを導入し，作用応力を緩和させる方法である．ケーブル断面は桁断面に比べ小さく，補強前・後で桁の剛性はあまり変わらないと考えられる．プレストレスの導入に鋼板を用いたものがポストテンション鋼板補強であり，主桁断面が増加し桁剛性も増す点でケーブル補強と異なる．

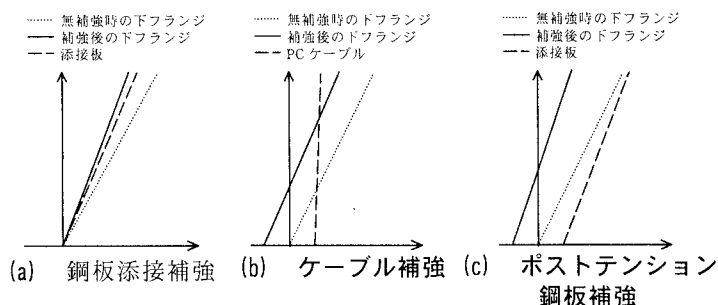


図-1 各補強法における作用応力の比較

3. スパン比が1:1.25:1の3径間連続非合成桁橋の試設計 補強前の橋梁を設定するために，非合成桁の概略自動設計プログラムJSPを用いて，3径間連続非合成桁橋を設計した．図-2に示すように，支間長は，連続非合成I桁橋の標準適用区間長となるよう40×50×40mとし，3種類の断面桁に分割した．また，図-3には，幅員構成と桁配置とを示す．さらに，表-1には，主桁の断面寸法と断面性能とを示す．図-4には，活荷重の増加を想定し，設計活荷重 P_L の1.25倍の活荷重を載荷した場合の曲げモーメント図を示す．同図中には参考のため，抵抗曲げモーメントも示した．

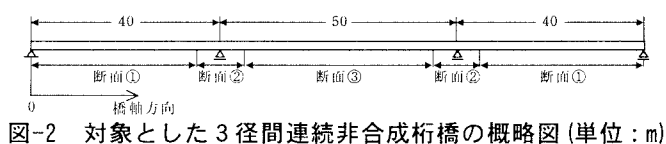


図-2 対象とした3径間連続非合成桁橋の概略図(単位:m)

表-1 主桁の断面寸法および断面性能

断面	①	②	③
断面長(mm)	35,000	10,000	40,000
上フランジ(mm)	660×25	690×40	650×25
ウェブ(mm)	2,000×14	2,000×14	2,000×14
下フランジ(mm)	630×25	690×48	570×25
断面積(mm ²)	60,250	88,720	58,500
抵抗曲げモーメント(kN・m)	5,605	8,942	5,248

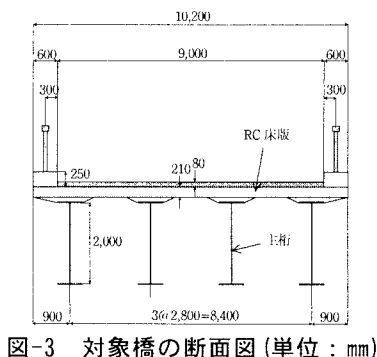


図-3 対象橋の断面図(単位:mm)

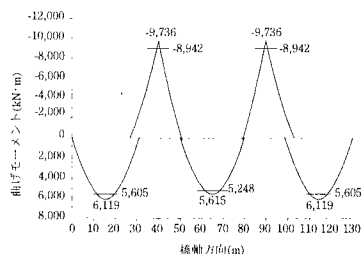


図-4 1.25倍の活荷重を含む設計荷重による曲げモーメント図

4. 補強効果の検討

(1) 解析方法 解析には、図-5 に示すような骨組構造を用いた。まず、ステップ1として死荷重 P_D を等分布荷重として载荷する。次に、ステップ1の解析結果を初期断面力としてステップ2に入力する。ステップ2の解析モデルでは、添接板(あるいはケーブル)の要素を加え、剛棒で桁と連結されている。そして、第1段階として、添接板の死荷重 P_D' とプレストレス PS とを载荷する。第2段階で、活荷重 $1.25P_L$ を载荷した。また、荷重強度の評価に当たっては、無次元量である荷重パラメータ α を用いた。これは載荷荷重を $(1.25P_L + P_D)$ で除したものである。ケーブル補強では、断面②において、最大で約 $794\text{kN}\cdot\text{m}$ の曲げモーメントを低減しなければならないので、PC 鋼線より線の 19 本より線を 2 本用いることとした。なお、19 本より線 1 本の引張荷重強度は 495kN で、断面積は 323.7mm^2 である。ポストテンション鋼板補強では、プレストレス導入に用いる鋼板の断面形状でプレストレス力と抵抗曲げモーメントとが決まる。そこで、断面形状を変えて繰返し解析を行い最適な断面形状を求める。ここで、添接板には SM490 を用いた。

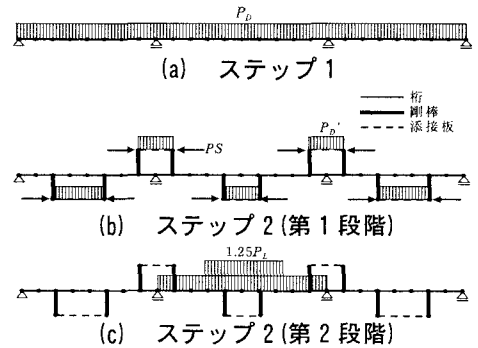


図-5 骨組構造モデル

(2) 解析結果 表-2 には、繰返し解析を行い決定したプレストレス力と断面形状とを示す。図-6 には、ケーブル補強およびポストテンション鋼板補強を行った後の曲げモーメント図を示す。図-7 には、補強前・後の荷重パラメータ α と中央径間のスパン中央鉛直変位 δ との関係を示す。同図より、添接板・ケーブルの断面が小さく各補強法の剛性は無補強に比べて大きな変化は見られないが、終局強度はすべての各補強法で約 5% 増加している。また表-3 には、添接板の板厚とプレストレス力との比較を示す。

表-2 解析結果
(a) ケーブル補強

断面	①	②	③
プレストレス力(kN)	539	715	441

(b) ポストテンション鋼板補強

断面	①	②	③
添接板の厚さ(mm)	1.9	2.3	1.5
プレストレス力(kN)	274	294	157

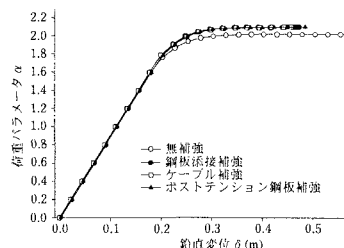
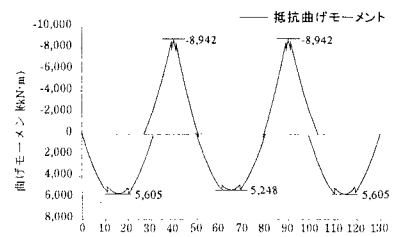
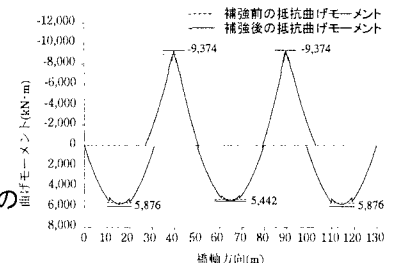


図-7 荷重パラメータ-中央径間のスパン中央鉛直変位曲線



(a) ケーブル補強



(b) ポストテンション鋼板補強
図-6 補強後の抵抗・作用曲げモーメント図

表-3 補強効果の比較

(a) 板厚の比較 (単位: mm)

断面	①	②	③
添接補強	3.8	4.6	3.0
ポストテンション鋼板補強	1.9	2.3	1.5

(b) プレストレス力の比較 (単位: kN)

断面	①	②	③
ケーブル補強	539	715	441
ポストテンション鋼板補強	274	294	157

5. まとめ 対象とした連続桁橋では、ポストテンション鋼板補強法を適用することで、通常の鋼板添接補強に比べて添接板の板厚が 50% 低減でき、ケーブル補強に比べてプレストレス力は最大で約 60% 低減できる。すなわち、ポストテンション鋼板補強は、鋼板添接補強およびケーブル補強に比べて有効であると考えられる。

参考文献

- EPASS 研究会・大阪市立大学工学部土木工学科橋梁工学分野・川崎重工株式会社・日本電子計算株式会社・JIP エンジニアリング株式会社：EPASS マニュアル，1991 年 1 月
- 橋梁と基礎編集委員会：橋梁補修・補強の新技術，1994 年 12 月