

神戸大学大学院○学生員 松本隆史 神戸大学大学院 学生員 鄭 勝仁
神戸大学工学部 正 員 宮本文穂 カイヤマグチ 原田照男

1. まえがき 土木構造物の中の合成構造には多くの形式が考えられ、その発展形態から考えて柔軟な発想により力学的に合理的でありながら経済性やデザイン性等にも優れた新形式の構造が今後出現すると考えられる。著者らは従来の研究¹⁾で既設合成桁橋を対象に外ケーブル工法の補強手段としての有効性を明らかにするとともにその性能評価を通じて新しい考え方の合成桁橋の可能性を追求した。そこで、本研究では新設のプレストレスト合成桁橋を対象に、主として施工手順を考慮することで導入プレストレスト力等を変化させ、耐荷力等を効率よく向上させるためのパラメータ解析を行い、その結果を基に新設橋の試設計を行うことによって新形式橋梁を視野に入れた性能評価を行うことを目的とする。

2. 施工手順例 施工手順例を2つ考え、それぞれ施工手順例-1および2として以下に説明する。ここで施工の各段階をステージと呼び導入力の調整は1あるいは2回とすることにした。ケーブル配置形状は比較を容易にするためにV字型配置形式で統一

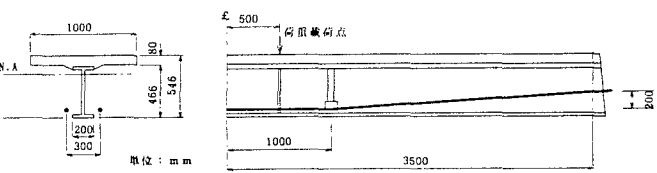


図-1 施工手順を考慮した場合の解析モデル

した。また、降伏は下降伏下縁、終局は床版の上縁の圧壊により決定するようにした。なお、施工手順を考える際のモデルを図-1に示し、各ステージごとの応力分布図を図-2および図-3に示す。

①手順例-1について、以下のようにステージ（Stage）1～3に分けて考える。

Stage 1：床版を打設する。

Stage 2：コンクリート硬化後にプレストレストを床版上縁引張応力を制約に導入する。この時ケーブルの定着位置は鋼桁中立軸位置とする。

Stage 3：活荷重が載荷され桁が降伏に達する。

②手順例-2について以下のように Stage 1～3に分けて考える。

Stage 1：鋼桁に外ケーブルによってプレストレストを導入する。この時、ケーブル定着位置は鋼桁の中立軸位置とする。

Stage 2：床版を打設し、硬化後に床版上縁引張応力を制約にさらにプレストレストを導入する。この時定着位置はそのままなので定着端の偏心が生ずる。

Stage 3：活荷重が載荷され桁が降伏に達した状態。

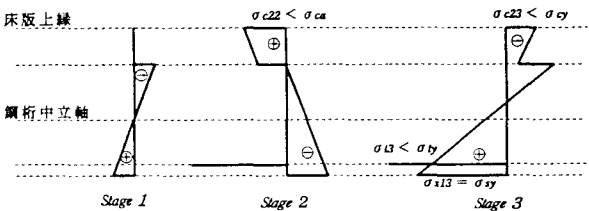


図-2 各ステージごとの応力分布図（施工手順例-1）

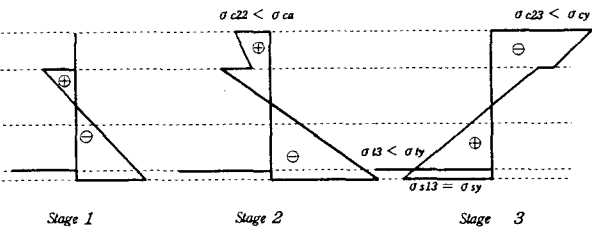


図-3 各ステージごとの応力分布図（施工手順例-2）

表-1 各手順例ごとの耐力及びその向上度

	降伏荷重(tf)	終局荷重(tf)	導入プレストレスト力(tf)
基準桁	37.3	49.6	0
手順例-1	54 (1.45)	79.1 (1.59)	47.6
手順例-2	70.9 (1.9)	83.2 (1.68)	112.6

カッコ内は基準桁に対する向上度

表-1に各施工手順を考慮した場合の弾塑性解析を行った結果を示す。弾塑性解析には変形増分法¹⁾を用いた。ここで基準桁とは桁断面形状が同じでケーブルを取り付けない桁を言う。手順例-1での導入力の調整は1回で、その時の制約条件は床版上縁応力が許容引張応力

Takashi MATSUMOTO, Katsuhito TEI, Ayaho MIYAMOTO, Teruo HARADA

以下であり、手順例-2では Stage 1 での導入力を Stage 3 でケーブルが降伏に達しないように決定した。この結果、手順例-2の方が基準桁に対して降伏耐力、終局耐力ともに大きく向上した。この違いは導入力の違いによると思われる。このため以後は施工手順例-2を対象に種々の性能評価を行ってみる。

3. パラメータ解析による施工手順を考慮したプレスト合成桁の性能評価 後述する新設桁の試設計では降伏耐力を目標性能とするので、こ

こでは新設の場合の無次元化パラメータを挙げ、各々のパラメータの降伏耐力に及ぼす影響を調べる。その結果の一例として、① A_c/A_s : 床版断面積の鋼桁断面積に対する比、②

e/Y_{sl} : ケーブル定着位置からケーブル水平部までの距離の

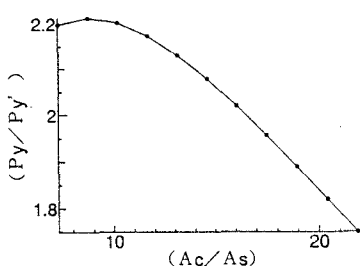


図-4 降伏耐力に及ぼすコンクリート床版厚の影響

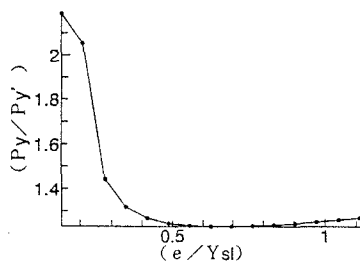


図-5 降伏耐力に及ぼすケーブル定着位置からケーブル水平部までの距離の影響

合成桁中立軸位置から下フランジ下縁までの距離の比、の2つの無次元化パラメータを取挙げ降伏耐力に与える影響を示したものを示したものが図-4、5である。これよりコンクリートと鋼の断面積比は $A_c/A_s=8.8$ の時に最も降伏耐力の向上度が大きくなることがわかる。しかし、床版厚を増すと向上度が低下する傾向がある。一方、 e/Y_{sl} については断面内配置の場合は直線配置に近い方が降伏耐力の向上度が大きく、断面外配置の場合は大きな偏心をとる方が降伏耐力の向上に効果的であることがわかる。

4. 新設桁の試設計 試設計時の目標性能は基準桁の降伏耐力の1.5倍とした。また、施工手順は手順例-2を対象に行った。解析モデルとして実橋をモデル化したものを用いた。また、ケーブル配置はクイーンポスト配置とした。設計結果を図-6に示す。基準桁と性能を比較してまとめたものを表-2に示す。導入プレストレス力は Stage 1 で87.2 tf、Stage 2 で31.2 tfとなった。降伏耐力は基準桁の約1.5倍となりほぼ目標性能を満足した。また基準桁に対しての自重の減少量についてまとめたものを表-3に示す。鋼は約2.2t、コンクリートは約16.6tの自重を軽減させることができた。

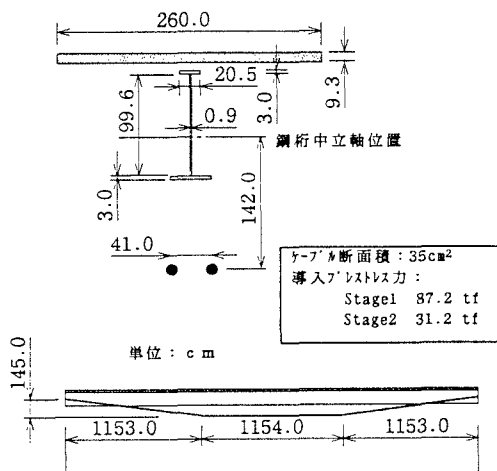


図-6 試設計結果

表-2 試設計桁と基準桁の比較

	降伏耐力 (tf)	終局耐力 (tf)	曲げ剛性 ($\text{kg}\cdot\text{cm}^2$)	降伏時たわみ (cm)
基準桁	60.2	99.3	2.96×10^{12}	5.35
新設桁	91.7 (1.52)	176.3 (1.78)	4.68×10^{12} (1.58)	8.82 (1.64)

5. まとめ 従来は床版コンクリートの引張力が導入力を与える際の制約であったが施工手順を変えることでより大きなプレストレスの導入が可能になり、桁の性能を大きく向上させることができた。パラメータ解析結果を基に効率的な断面形状を決定し、耐荷力を導入力

表-3 桁の自重の減少量

	単位体積重量 (kgf/m^3)	体積減少量 (m^3)	重量減少量 (kgf)
鋼	7850	0.286	2243.5
コンクリート	2500	6.657	16642.6

でコントロールすることで目標性能を満足するように設計できた。ケーブルの偏心量を大きくとることは変形制御に効果がある。今回は降伏耐力を目標性能とした場合について試設計を行ったが、終局耐力や曲げ剛性を目標としたときの設計法も確立すべきである。また、新設の場合パラメータとなる要素が多く今後より多くのパラメータについて検討を加える必要がある。パラメータの影響はモデルの大きさによっても変化するので注意が必要である。

【参考文献】1)宮本、平田、鄭：種々の外ケーブル材料を用いたプレスト合成桁の力学挙動と性能評価、鋼構造論文集、第1巻、3号、pp.157-169、1994.9