

コンパクト断面を用いたハイブリット合成桁の合理的設計法に関する研究

前橋工科大学 学生会員 ○周 愉 前橋工科大学 学生会員 ドー マイン トウン
前橋工科大学 正 会員 谷口 望

1. はじめに

鋼橋建設工事では、連続合成桁を用いるなど構造の合理化が積極に図られている。また、コスト削減が求められ、鋼桁分野においてもより一層の技術革新を図る必要がある。

このような状況の中、構造合理化された新しい形式の鋼連続合成 2 主桁橋が採用された。土木学会の鋼合成構造標準示方書¹⁾では、米国の高速道路の規格に関する基準設定機関である AASHTO などの海外基準にみる限界状態設計法（部分係数設計法（LRFD））が準用されている。また、従来の弾性設計では異なる鋼種を用いるハイブリット桁が有効に設計できない。そこで、本稿では、部分降伏を許容するコンパクト断面設計を用いた合成桁の妥当性を確認した後、ハイブリット桁を対象とし、解析を通し、ハイブリット桁の有効性を確認する。

2. 対象橋梁

千葉県大網白里町に位置する金谷郷高架橋を本稿としての検討対象橋梁とする²⁾。この対象橋は総支間長 185.3m（34.6+3×38.3+34.6）の鋼 5 径間連続合成 2 主桁橋のホモジニアス鋼桁であり（図 1）、合成桁（複 2 主 I 桁形式、腹板中心間隔 6m、腹板高 1.5m）である。対象橋梁の断面図を図 2 に示す。対象橋梁の鋼桁断面は 2 種類の設定があり、支間中央部に SM490Y を使用し、中間支点部に SM570 を使用している。対象橋梁の鋼桁の材質と寸法を図 3 に示す。

3. 解析の概要

3.1 モデルの構築

本稿では、対象橋梁の第 1 径間および、第 2 径間の一部（図 4）を採用し、解析対象とし、CASE1、CASE2、CASE3 の 3 種を構築した。CASE1 は対象橋梁のホモジニアス鋼桁でホモジニアス 1 モデルとした。CASE2 の鋼桁は CASE1 の中に、支間中央部の鋼桁の腹板が SM490Y から SM400 に代わり、中間支点部の鋼桁の腹板が



図 1 側面図 単位:mm

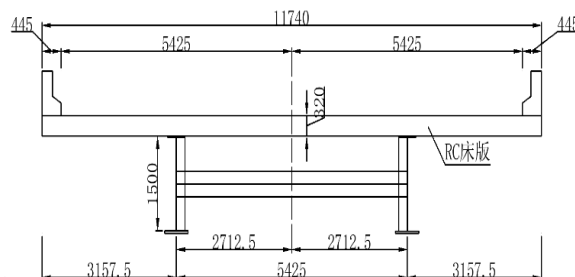


図 2 断面図 単位:mm

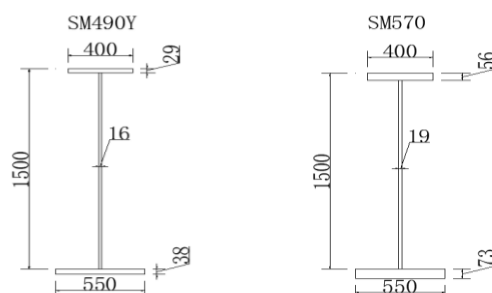


図 3 鋼桁寸法図 単位:mm

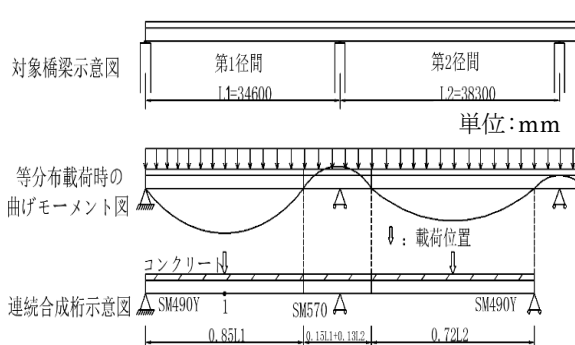


図 4 モデル側面図

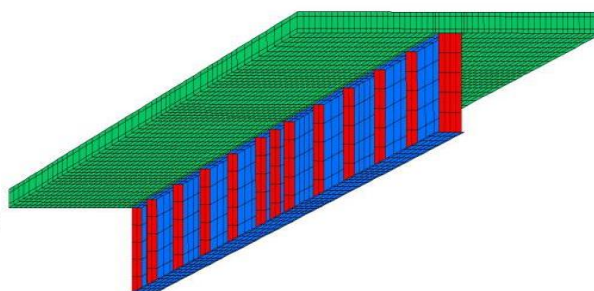


図 5 連続合成桁

キーワード 合成桁 コンパクト断面 ホモジニアス桁 ハイブリット桁

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460 番地 1 前橋工科大学 TEL：027-265-7304

SM570 から SM490 に代えたハイブリット鋼桁である。CASE3 は比較用のホモジニアス桁であり、支間中央部の鋼桁に SM400 を使用し、中間支点部の鋼桁に SM490Y を使用して、構築した。材質の設定と降伏点を表 1 に示す。

3.2 解析方法

連続桁合成桁モデルを構築した後、荷重状態 (図 4) を再現するため、解析ソフトは Final を用いて、3 次元非線形有限要素法で解析を実施する。連続合成桁モデルを作るにあたって (図 5)、橋軸方向の対称性を考慮した 1/2 モデルとし、コンクリートをソリッド、鉄筋をビーム、鋼板と補助材をシェル要素でモデル化した。

また、CASE1 モデルに集中荷重 (図 4) を載荷し、解析の結果を得る。このように、文献²⁾の設計値に比較して、終局限界状態時の安全性を検討する。

次に、CASE1、CASE2、CASE3 モデルは死荷重の影響を考慮し、その後、活荷重を想定した集中荷重 (図 4) を載荷し、荷重とたわみの関係図 (図 7) を得る。このように、全塑性状態の場合に、集中荷重を通し、合理性を検討する。

3.3 解析結果

まず、CASE1 モデルに集中荷重 (図 4) を載荷し、解析する結果より、第 1 径間の降伏荷重を求めると 3363kN であり、降伏モーメント $My=12351\text{kN}\cdot\text{m}$ となる (ここでは、モーメントの値は上下フランジのひずみより平面保持を仮定して算出した)。次に、コンパクト断面を用いる全塑性状態は 5672kN で全塑性モーメント $Mp=22949\text{kN}\cdot\text{m}$ となる。文献²⁾では降伏モーメントの 1.3 倍または全塑性モーメントの中に、小さい方を終局状態とすることが規定されている。それに、解析値の 1.3 My と Mp は文献²⁾の設計値よりそれぞれ小さい値となった (図 6)。

また、CASE1、CASE2、CASE3 モデルに死荷重の影響を考慮し、次に活荷重を想定した集中荷重 (図 4) を載荷して解析し、荷重とたわみの関係図 (図 7) を示す。この図より、全塑性状態の場合に、CASE1 と CASE2 の集中荷重の差 $\Delta P_1=135.24\text{kN}$ であり、CASE2 と CASE3 の集中荷重の差 $\Delta P_2=405.8\text{kN}$ である。そのように、 $\Delta P_1 < \Delta P_2$ ため、ハイブリット桁合理性を確認した。

表 1 連続合成桁モデル

		位置	上フランジ 材質と降伏点	ウェブ 材質と降伏点	下フランジ 材質と降伏点
CASE1	ホモジニアス1 (金谷郷モデル)	支間中央部	SM490Y 355N/mm ²	SM490Y 292.8N/mm ²	SM490Y 292.8N/mm ²
		中間支点部	SM570 450N/mm ²	SM570 423.8N/mm ²	SM570 423.8N/mm ²
CASE2	ハイブリット	支間中央部	SM490Y 355N/mm ²	SM400 235N/mm ²	SM490Y 292.8N/mm ²
		中間支点部	SM570 450N/mm ²	SM490 315N/mm ²	SM570 423.8N/mm ²
CASE3	ホモジニアス2	支間中央部	SM400 235N/mm ²	SM400 235N/mm ²	SM400 235N/mm ²
		中間支点部	SM490Y 355N/mm ²	SM490Y 292.8N/mm ²	SM490Y 292.8N/mm ²

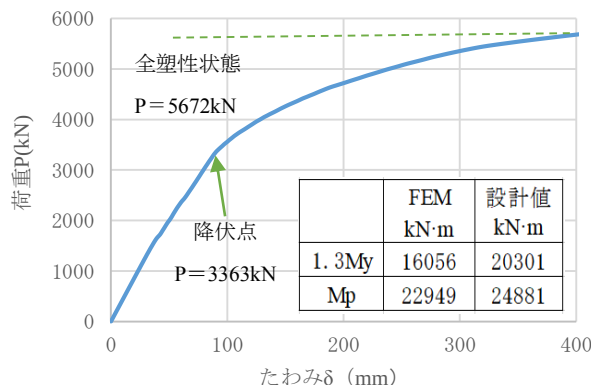
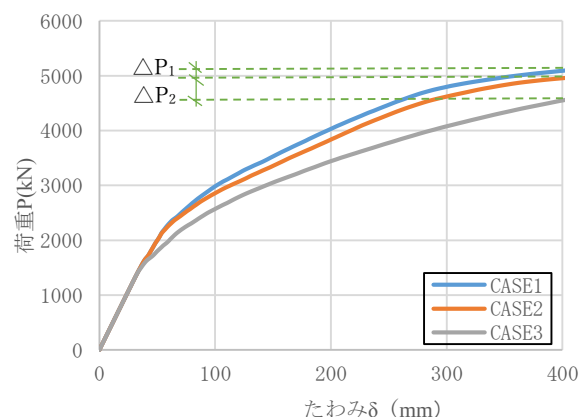


図 6 No.1 の荷重とたわみ



4. まとめ

連続合成桁モデルによって、非線形解析を実施し、コンパクト断面による設計の妥当性を確認した。このように、ハイブリット桁が合理的である可能性を示した。

参考文献

- 1) 土木学会:2016年制定鋼・合成構造標準示方書総側編・構造計画編・設計編 2016.
- 2) 高久英彰, 藤野和雄, 岸隆, 佐々木力, 三宅隆文, 田中雅人:コンパクト断面設計を採用した鋼連続合成桁橋, 首都圏中央連絡自動車道金谷郷高架橋の工事報告, 橋梁と基礎, 建設図書, 2011.