

高速道路に利用される鋼連続合成 2 主桁橋の 力学的挙動に関する解析的研究

早稲田大学 学生会員 ○太知 俊一郎
東日本高速道路株式会社 正会員 高久 英彰
早稲田大学 フェロー 依田 照彦

1. はじめに

近年、構造物に対する LCC の縮減が要求されるなかで、橋梁の建設及び管理コストを削減しつつ、安全性、経済性に有利な構造形態が研究されている。コンクリートの引張に弱い性質を改善した鉄筋コンクリート、また鉄を更にねばり強くするとともに強度も高くした鋼の発明が、現代の長大橋建設の緒を拓いた。これまで種々の形式の橋が開発され、建設されてきたが、それらのうちの 1 つに合成桁橋がある。一般に、鋼材とコンクリート材料のように異種材料を組み合わせる利用する合成部材あるいは合成構造の利点は、それぞれ 1 つの材料が単独では発揮することのできない優れた性能を作りだすことにある。本研究においては、FEM 解析によって連続合成桁橋の力学的な挙動を把握することを目的としている。その中でも、構造工学の初期からの構造設計思想である許容応力度設計法に基づいた諸元を採用した Allowable State Design Model (ASD モデル)、近年になって着目され始めた限界状態設計法に基づいた諸元を採用した Limit State Design Model (LSD モデル) の 2 つのモデルを FEM 解析し、比較検討することにより、両者の構造上の特徴を明らかにすることも目的の一つである。本研究により連続合成桁橋の性質をより正確に把握し、安全性とともに経済性、さらにはより一層の技術の向上を促す一助となることを期待している。

2. 解析モデル

解析モデルでは、鋼桁部は 4 節点シェル要素“Q20SH”，コンクリート床版は 6 節点ソリッド要素“HX24L”，鉄筋は 2 節点ビーム要素“L12BE”を用いてモデル化を行った。モデル化に際して、特性への影

響が小さいと考えられる箇所については構造を簡素化している。図.1 には対象橋梁の全体図、図.2 には解析に利用したモデルについて、床版を省略したハーフモデルを示す。

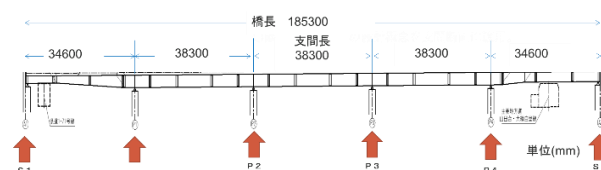


図.1 対象橋梁

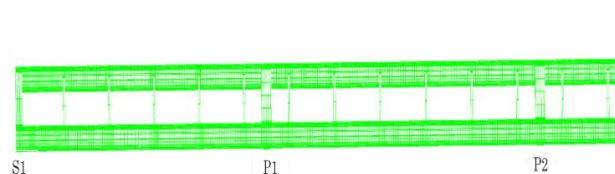


図.2 鋼部材のハーフモデル（主桁と横桁）

死荷重 D と活荷重 L に対して $[D+L]$ と $[1.3D+2.0L]$ の 2 種類の载荷条件を使用し、荷重倍率 α を用いて漸増させ、段階载荷を行った。また、载荷位置は支間中央部の正曲げが最大となるように行った。本研究で着目した部分はこの支間中央部と、負曲げが最大となる $P2 \sim P3$ の支点部である。

これらの条件を用いて、実際に供用されている研究対象橋梁を模したモデル「LSD モデル」と、計画段階の当初に検討されていた桁高 2500mm を持つ「ASD モデル」の二種類に対して FEM 解析を行い、その特徴などについて比較する。

キーワード：連続合成桁 有限要素解析 限界状態設計法 許容応力度設計法

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学創造理工学部社会環境工学科 依田研究室

3. 解析結果及び考察

図. 3 には最大耐力時における変形図を示す。

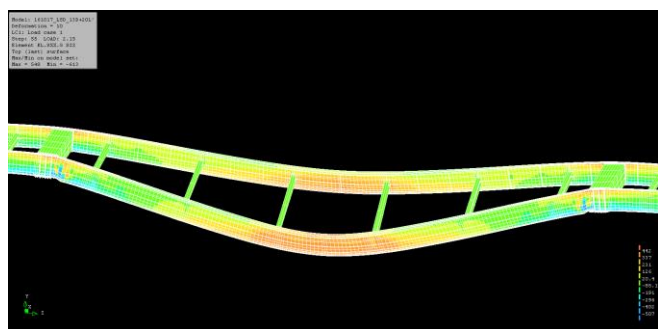


図. 3 LSD モデル最大耐力時の変形図

支間中央の鉛直変位に関して、荷重－変位関係を得ると、設計荷重である $\alpha=1.0$ の点においては両モデル共に線形性を有しており、十分な終局耐力を有していると考えられる。

解析終了時の変形図からは支点部付近において局部的な座屈を確認することが出来る。図. 4 および図. 5 には、P2 支点近傍の変形図を示す。両図では、ミーゼス応力をコンター表示している。

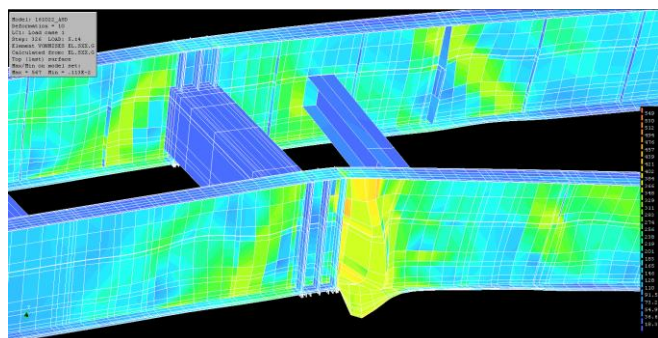


図. 4 ASD モデルの P2 支点部

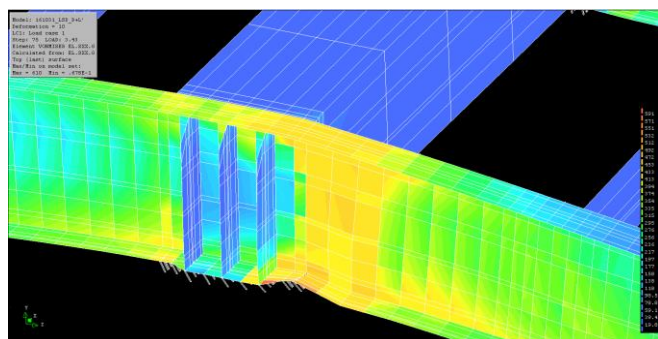


図. 5 LSD モデルの P2 支点部

支点部近傍においては、ASD モデルではウェブのせん断座屈が確認できる。このせん断座屈の橋軸直

角方向の変形量は、最大耐力力時でウェブ板厚に対して 4.5%程度であった。一方の LSD モデルでは、P2 支点部近傍においてはウェブにおける特異的なせん断座屈は確認されず、下フランジの圧縮による座屈が生じていることが確認できる。

ここで、床版コンクリート表面における、荷重－ひずみ関係を図. 6 に示す。

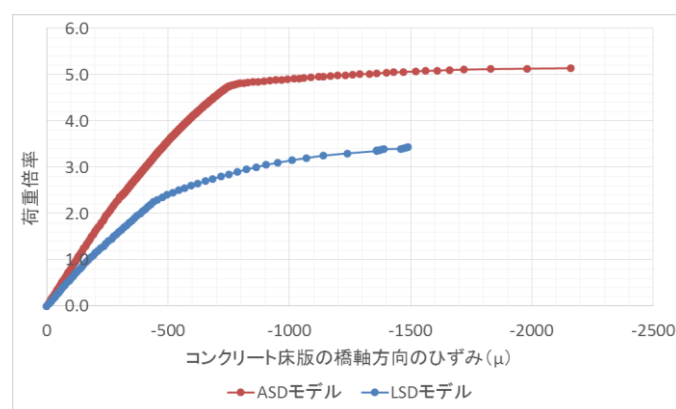


図. 6 コンクリート床版の荷重倍率-ひずみ関係

支間中央における床版コンクリート表面のひずみは、最大耐力力時において ASD モデルで 2200μ 、LSD モデルで 1500μ 程度であり、圧壊を示すコンクリートの圧縮ひずみ (3500μ 程度) には至っていない。このため、最大の耐力力に至る過程については、支点部の断面性能に支配されることが確認できた。

参考文献

- 1) NCB 研究会：新しい合成構造と橋，山海堂，1996.
- 2) 堀江新，依田照彦，高久英彰：コンパクト断面を適用した鋼 5 径間連続合成 2 主桁に関する解析的検討，第 40 回土木学会関東支部技術研究発表会，2013 年 3 月
- 3) 泉満明，近藤明雅：橋梁工学，コロナ社，2000.
- 4) 伊藤學：鋼構造学，コロナ社，1999.