

第1章 まえがき

1.1 活動の目的

現在の鋼橋の設計手法は長年の実績があり、簡便で使いやすいものであるが、簡便さ故に、実際の鋼橋の力学挙動は大幅に単純化され設計計算が行われている。しかし、実際の構造物の挙動と骨組構造で評価する設計手法に乖離する事象が存在していることも知られている。そこで、本小委員会では、FEM 解析などの構造解析を利用して、構造物の実挙動を正確に捉え、合理的な設計法について検証、提案を行うことを目的とした。

1.2 活動について

本小委員会は、平成 24 年 10 月から平成 26 年 9 月の 2 年間で活動した。最初の半年間は、各委員からの設計法等に関する話題提供により、合理的な設計法の検討が必要な事項について討議した。

- ・鋼橋連続合成桁の定式化に向けて他
- ・合成桁におけるひび割れ制御，腹板の設計方法他
- ・鋼道路橋設計便覧の改定について他
- ・橋設計－合理化に向けた変革

平成 25 年度からは、話題提供を基に 6 つの WG を立ち上げ活動を行った。

	WG 内容	WG 長	委員（順不同・敬称略）
WG1	連続合成桁の負曲げ区間の設計法	徳力	大柳，澤田，谷口，野阪，津久井，由井，橘
WG2	連続桁中間支点の設計曲げモーメントの評価方法	関	櫻井，高橋，趙，野阪，由井，橘
WG3	曲線橋および斜橋の実挙動の把握	志熊	山田，澤田，谷口，趙，塙
WG4	2 次部材の設計法（対傾構、横構および支点上補剛材）	園部	山田，池末，白戸，津久井，中村，水口
WG5	ケーブル等の安全率の評価と設定	高橋	野上，徳力，平山
WG6	局部座屈と全体座屈の連成座屈の評価法	平山	野上，池末，白戸，中村，水口

1.3 報告書の概要

各 WG 活動の概要を以下に示す。

WG1（第 2 章）では、連続合成桁の負曲げ区間の設計法を取り上げた。合成桁は、床版に主桁作用を担わせた合理的かつ経済的な橋梁形式である。コスト縮減の要求が高まる中、高速道路に限らず一般道路の橋梁においても連続合成桁の採用は増加すると期待される。しかし、技術基準である道示Ⅱの合成桁の規定は、昭和 47 年当時のままであり、技術の変遷に追従できていないところがあると思われる。本 WG では、連続合成桁の負曲げ区間の設計に着目し、既往の研究成果を踏まえて設計における不合理な点について抽出を行い、現在の設計法の改善案を検討する。活動では、FEM 解析を実施し、骨組解析を用いた解析手法に関して設計上の不合理性が無いこと、構造解析においてひび割れを考慮しない現行の設計は過大な結果を与え、本検討で適用した Bode による方法は、TS 効果を考慮した合理的な断面設計法として簡便であり、実設計においても有効な設計法であることを確認した。また、国内外における各種ひび割れ幅算定式を適用して、ひび割れ幅の比較を行い、国内と欧州のひび割れ幅の違いは、ひび割れ間隔の算定式に関する考え方が異なる事が要因である事を確認した。今後の課題としては、実験や非線形解析等による検証を行い、国内における統一的な評価手法の確立が必要であり、限界状態設計の導入を控え、今後ますます設計の合理化が図られると考えられる。

WG2（第 3 章）では連続桁中間支点の設計曲げモーメントの評価方法を取り上げた。骨組解析では、連続桁中間支点部の境界条件として点支持であるため、中間支点上の曲げモーメントは集中荷重が作用した状態になり凸形状となる。しかし、実構造は、幅のあるゴム支承や鋼製沓の上に厚板のソールプレートを設置し、その上に主桁の下フランジを設置する構造となっており、支承からの反力は、ソールプレート→下フランジ→ウェブと広がりをもって上フランジに伝達されるので、中間支点部の曲げモーメント分布図（上フランジの応力の分布図）は、尖った形状ではなく、緩和曲線となることが考えられる。そこで、本 WG では、FEM 解析により連続桁の中間支点における応力性状を精度良く把握し、中間支点の設計曲げモーメントの評価方法を検討し、合理的な設計法の知見とすることを目的とした。その結果、梁モデルを再現した補剛材なしの鋼主桁モデルの検討により、中間支点上のモーメントが 5%低減できる可能性のあることが確認できたが、実橋モデルでは補剛材の構造により局所的な応力が発生することもわかり、連続桁中間支点の設計曲げモーメントの低減を行う場合には、疲労などの検討も必要であることが確認できた。

WG3（第4章）では曲線橋および斜橋の実挙動の把握を取り上げた。曲線橋および斜橋の鋼鈹桁橋は、一般的に主桁のねじり剛性を無視した骨組解析で断面力を算出し、例えば曲線橋において主桁フランジは曲げによる付加応力度を算出して板厚を決定するなど単純化された部材設計法を用いて設計される。しかし、実際の橋梁では、合成後死荷重・活荷重作用時には合成前死荷重時よりも床版が有効となり、橋全体のねじり剛性が大きくなることが想定され、実際の挙動と異なることが想定される。そこで曲線橋および斜橋についてFEM解析によって骨組解析では再現できない変形挙動や発生応力などの確認を行った。また、FEM解析と現設計法との比較や、現設計法において合理化が可能であるかどうかの確認を行った。骨組解析に比較してFEM解析では床版の分配効果が高いことがわかり、若干のコスト縮減が得られる可能性があると考えられる。

WG4（第5章）では2次部材の設計法（対傾構、横構および支点上補剛材）を取り上げた。本WGでは二次部材の中から特に、鋼橋において採用実績の多い従来多主I桁橋に用いられている対傾構、横構、およびどの鋼橋でも一般的に設置されている支点上補剛材を検討対象とした。現行の設計方法の整理や2次部材省略に関する既往の研究の調査、全橋FEM解析を実施して、従来の設計手法からより実態に即した設計手法の提案につながる検討を行った。

WG5（第6章）ではケーブル等の安全率の評価と設定を取り上げた。鋼斜張橋、PC斜張橋及びエクストラードド橋（ED橋）は外観上類似しているが、斜張橋は比較的剛性が低い主桁を斜材ケーブルで吊っている構造に対し、ED橋は主桁の剛性が高く桁橋の構造特性を有する。そのため、類似の構造であるにもかかわらず、斜材ケーブルの安全率が異なっている。本WGでは、現行のED橋の安全率の設定経緯について整理し、終局荷重時における主桁状態について考察を行い、ケーブルの安全率、終局状態等の違いについて整理することができた。

WG6（第7章）では局部座屈と全体座屈の連成座屈の評価法を取り上げた。本WGでは、局部座屈と全体座屈の連成座屈強度評価式を対象に、各国の設計基準及び既往の研究成果を調査するとともに、実際の鋼橋で用いられている箱形断面部材を対象に、FEM解析を実施して連成座屈強度を算出し、実状に合った合理的な連成座屈強度評価式について検討した。活動では、文献調査、FEM解析より合理的と考えられる連成座屈強度の評価式を複数提案した。