

路盤鉄筋コンクリートと主桁を一体化した鉄道橋 SRC 桁の設計に関する検討

中央復建コンサルタンツ(株) 正 ○野口 颯馬, 中原 正人
鉄道・運輸機構 正 横山 秀喜, 筒井 康平

1. はじめに

スラブ軌道等を有する鉄道橋には、軌道を支える路盤鉄筋コンクリート（以下、「路盤 RC」と呼ぶ）が施工される。積雪地では貯雪スペースを確保するため、路盤 RC の高さが 750mm 程度となるが、一般的に構造部材としては活用されていない。このような桁において、死荷重の軽減や桁高の低減を目的に、鉄骨鉄筋コンクリートの主桁と路盤 RC を一体化した構造（図-1、以下、「SRC 桁」と呼ぶ）が提案されており、例えば参考文献 1) など試設計や曲げ耐力の評価方法について実験等が行われてきた。

鉄道構造物の設計では、列車走行による動的な応答に対する増加分を衝撃係数として考慮している²⁾。その中で、地覆及び高欄などの非構造部材が主桁等の主構造剛性に少なからず影響を及ぼしているため、これらを考慮しない場合には、固有振動数を過小評価し、衝撃係数の算定値が過大となる場合がある³⁾。

本稿では、上述の SRC 桁を対象に、非構造部材を考慮した FEM 解析結果から剛性補正率（実際の剛性と主構造部材のみの剛性の比）を設定し、桁の実剛性を評価して衝撃係数を算定した。その結果について報告する。

2. 剛性補正率設定のための FEM 解析

(1) 概要

図-2 に示すように、一般的な構造解析で構造部材として考慮される主梁、張出スラブ、中間スラブを

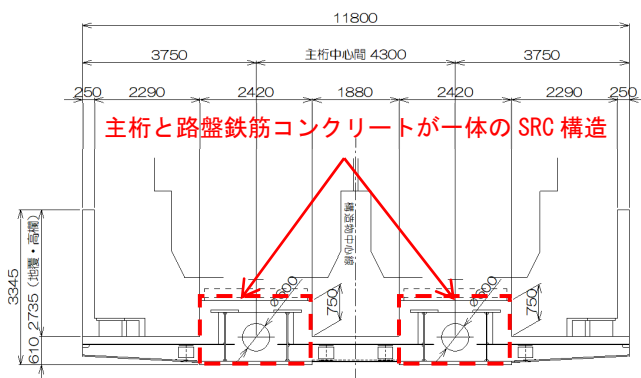


図-1 SRC 桁概要

モデル化したモデル 1 と、非構造部材の地覆及び高欄もモデル化したモデル 2 の 2 ケースについて、各荷重に対するたわみを FEM 解析によって算出し、算定結果を比較することで剛性補正率を設定する。

(2) 解析モデル

橋長は 25m を想定していたが、事前の検討により、衝撃係数が後述する設計上の目安値を上回るため、本解析では 23m とした。

各部材のモデル化において剛性を正しく評価するため、鋼材は主構造となる上下フランジやウェブの他、ダイヤフラムや支点上補剛材、中間横桁、張出ブラケットをモデル化した。また、RC 部材の鉄筋は、全体剛性への影響は小さいと考えられるため、モデル化しないこととした。モデル 2 の地覆及び高欄には、実際の構造では 10m の間隔で伸縮目地が設けられるため、目地を 2 カ所設置した（図-4 (a)）。

鋼部材を含め、各部材は全てソリッド要素とし、地覆及び高欄部に設ける目地もソリッド要素でモデル化した。

物性値を表-1 に示す。目地材には、エラストイト等の瀝青材が用いられる。本解析では、目地材は RC 部材よりも柔らかい物質であると想定し、ヤング係

モデル1 (地覆・高欄なし)

モデル2 (地覆・高欄あり)

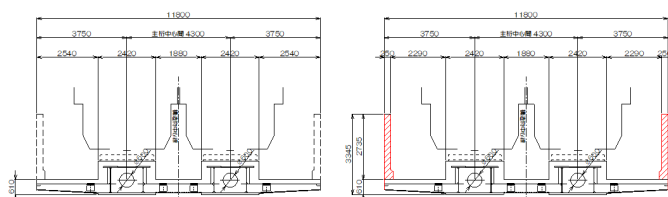


図-2 解析モデル

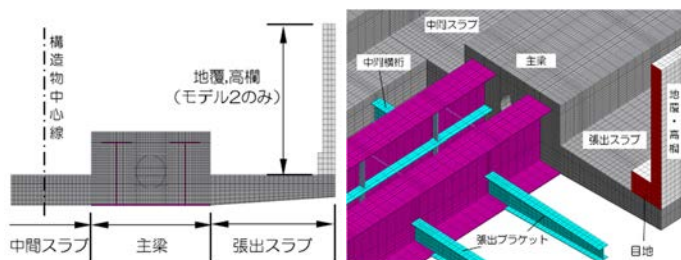


図-3 各部材のモデル化

キーワード 鉄道橋, SRC 桁, 非構造部材, 衝撃係数, たわみ
連絡先 〒533-0033 大阪市東淀川区東中島 4-11-10 TEL : 06-6160-2312 FAX : 06-6160-1205

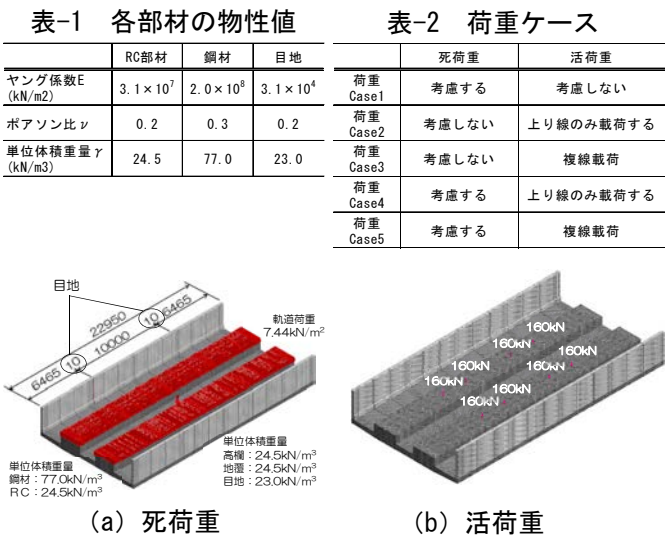


図-4 荷重載荷図

数を RC 部材の 1/1000 とし、ポアソン比及び単位体積重量は無筋コンクリートと同値として設定した。

(3) 荷重条件

荷重ケースは、表-2 に示すように、死荷重および活荷重の組み合わせから計 5 ケースを設定した。死荷重は桁本体の固定死荷重の他、軌道荷重、高欄、地覆荷重などの付加死荷重を考慮した。各モデルにおける荷重条件を統一するため、モデル 1 では地覆及び高欄を荷重として張出スラブ上面に載荷させた。活荷重は、新幹線荷重 (P-16)²⁾ の 1 車軸による荷重 (160kN) を集中荷重として静的に載荷させ、車両連結器を挟む 2 台車分の荷重 (4 車軸) が、支間中央部に載荷されるように配置した。

4. 解析結果及び考察

図-6 に各モデルにおける最大たわみ値と剛性補正率を示す。支間中央部における主梁下縁のたわみ値から剛性補正率を算定した結果、死荷重に対して 1.37、活荷重に対しては 1.41~1.44、死荷重+活荷重に対しては 1.37~1.38 となり、死荷重を考慮した方が剛性補正率は小さくなる傾向となった。

載荷する荷重やその組み合わせによって剛性補正率に若干の差がみられるが、本解析では地覆及び高欄などの非構造部材が剛性へ与える影響の評価を目的としていること、今回は基礎的な検討であることを踏まえ、全ての荷重ケースを包含し、安全側の数値として 1.35 と設定した。剛性補正率を 1.35 とした場合の衝撃係数は 0.942 となり、設計上の目安値として 1.0 以下となった。地覆及び高欄の剛性を考慮し

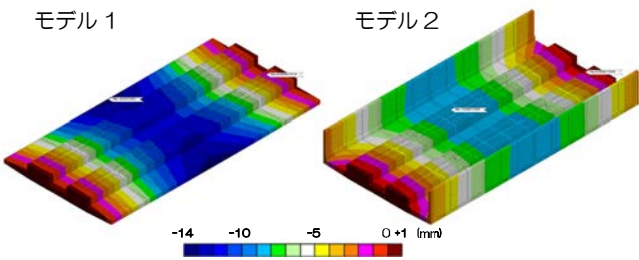


図-5 死荷重時変位コンター図

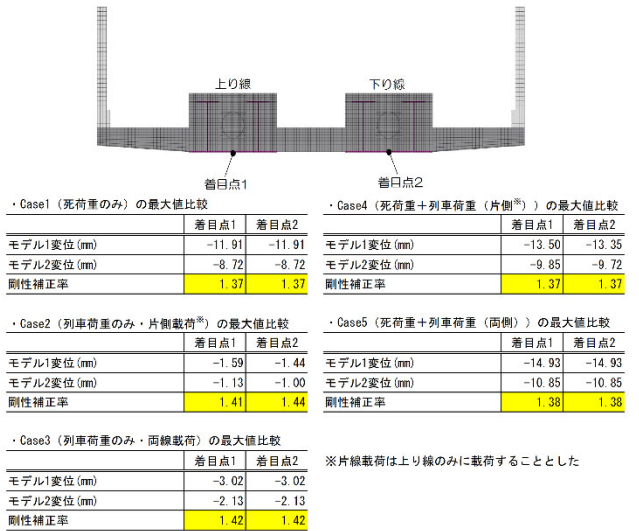


図-6 各モデルにおける最大たわみ値と剛性補正率

ない場合の衝撃係数は 3.453 となり、目安値を大きく上回るため、地覆及び高欄を剛性に考慮することで合理的な設計が可能になったと考える。

5. おわりに

本稿では、路盤 RC と主桁を一体化することで桁高の低減が可能となる SRC 桁に対して、設計課題である衝撃係数の算定に用いる剛性補正率の設定について報告した。

今後は、橋長や目地の位置、設置数等をパラメータとして解析ケースを増やし、同種構造の設計や長スパン化、連続桁への適用にむけてデータを蓄積することが肝要である。

【参考文献】

1) 南邦明, 杉浦忠治, 平暁, 池田学, 三木孝則: (20) 引張側に張出し RC スラブを有する SRC 梁の曲げ載荷試験, 構造工学論文集 Vol. 55A, 1150-1163, 2009.

2) 財団法人鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物 平成 16 年

3) 徳永宗正, 池田学: 非構造部材を考慮した鉄道橋りょうの主構造の曲げ剛性評価手法, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学) Vol. 76, No3, 580-596, 2020.