

軌道等の剛性寄与を考慮した 桁の振動特性の評価法

従来の設計では考慮できなかった橋りょう上の軌道等の剛性寄与を考慮して、桁の曲げ剛性を高精度かつ簡易に算定する方法を開発しました。提案する曲げ剛性の算定法を用いると、列車走行に伴う桁の振動増幅率が最大50%低減可能となり、必要鉄筋量を削減できます。

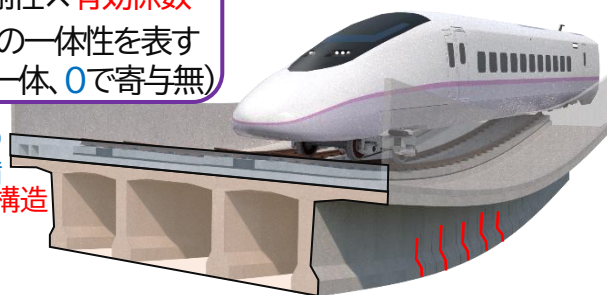
特 徴

- 線区によって軌道等の版上設備の種類や形状が異なり、またコンクリート桁や合成桁等の構造種別によってひび割れ発生の有無が異なります。これらの違いを主構造との一体性を表す有効係数という一般化した指標を用いて、各部位の断面剛性に有効係数を乗じて桁の曲げ剛性を簡易かつ高精度に算定します。
- 軌道等の版上設備の剛性寄与は、多様な桁構造を対象とした有限要素解析と実測により定量化した有効係数(版上設備の種類毎に設定)として考慮します。
- ひび割れが生じたコンクリート桁の曲げ剛性の有効係数については、疲労試験に基づき繰り返しの増加によるひび割れの進展と曲げ剛性の低下を考慮した経験式により推定します。
- 提案法の妥当性は実測との比較により確認しました。

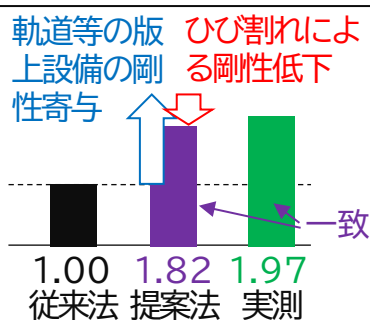
桁の曲げ剛性の算定法と適用例

提案法 桁の曲げ剛性
 $= \sum \text{各部位の断面剛性} \times \text{有効係数}$
有効係数: 主構造との一体性を表す
(1.0で完全一体、0で寄与無)

軌道等の
版上設備
桁の主構造



RC桁の曲げ剛性の算定結果



用 途

提案法により、従来法では剛性を過小評価していたRC桁、PC桁、合成桁に対して、列車走行に伴う振動増幅率の低減が可能です。(RC桁の例では剛性が80%増となり、振動増幅率を50%低減、必要鉄筋量を約10%削減)

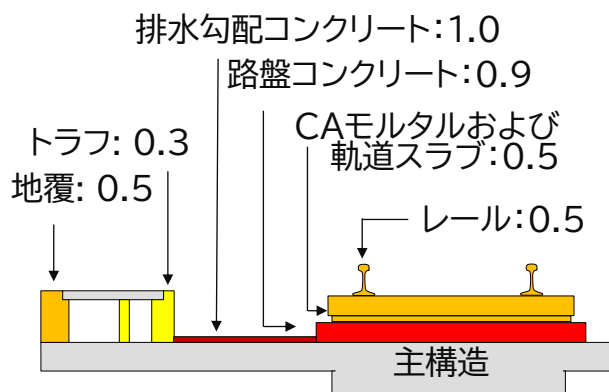
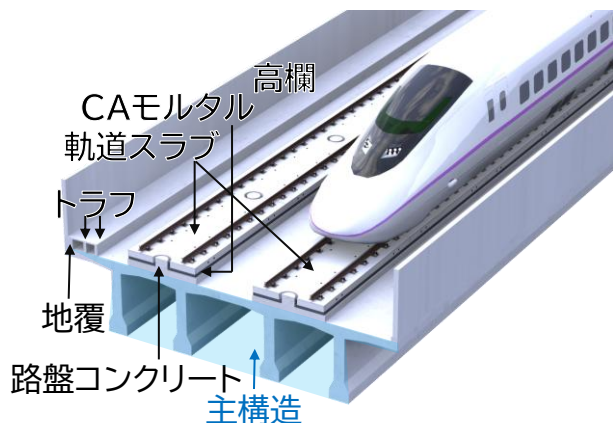
活用例

鉄道事業者において、新設橋りょうの開業時の構造性能の確認や、既設橋りょうの補修・補強による構造性能の変化の把握に活用されています。

版上設備の剛性寄与(有効係数の例)

鉄道構造物には軌道や防音壁、高欄等の非構造部材が主構造上に設置されることから、これら非構造部材が主構造の曲げ剛性に少なからず影響を及ぼします。

多様な桁構造を対象とした有限要素解析等により、非構造部材の種類毎に桁剛性への寄与を、主構造との一体性を表す有効係数という一般化した指標を用いて、定量化しました。 $\lambda = 1$ の場合には非構造部材と主構造が剛結され平面保持が成立、 $\lambda = 0$ の場合には非構造部材の剛性寄与が皆無となります。



ひび割れによる主構造の剛性低下

コンクリート部材の繰り返し载荷の増加によるひび割れの進展と曲げ剛性の低下を考慮した主構造の曲げ剛性の有効係数 λ の推定式を提案しました。有効係数 λ は静的载荷試験および疲労試験結果に対して安全側の評価を与えます。

$$\lambda = \frac{I_{eqr}}{I_g} = \frac{I_{cr}}{I_g} + \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g}\right) \left(\frac{M_{cr}}{M_{dmax}}\right)^3$$

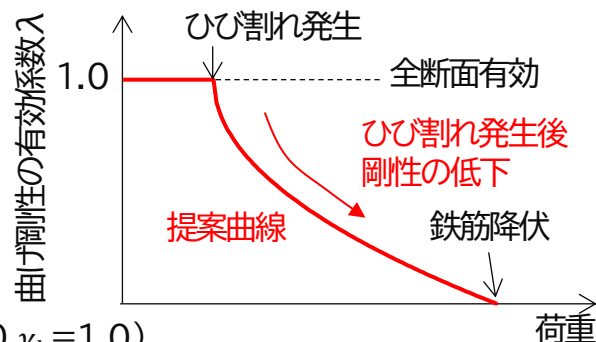
I_{eqr} : 载荷時の有効断面二次モーメント

I_g : 全断面有効による断面二次モーメント

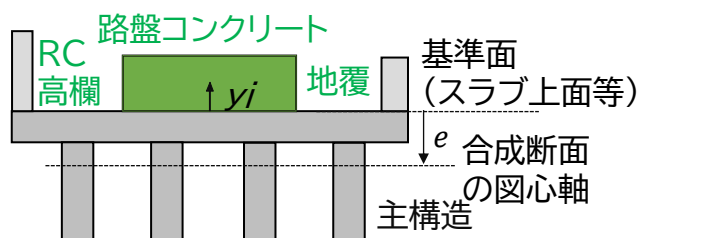
I_{cr} : ひび割れ断面理論による断面二次モーメント

M_{dmax} : 曲げモーメントの応答値

M_{cr} : 曲げひび割れ発生時の曲げモーメント ($\gamma_c = 1.0, \gamma_b = 1.0$)



再载荷時有効剛性 EI_{eqr} の推定方法の概要と妥当性



$$EI_{eqr} = \sum_i E_i \lambda_i \{I_i + A_i (y_i - e)^2\} \quad e = \frac{\sum_i \lambda_i E_i y_i A_i}{\sum_i \lambda_i E_i A_i}$$

E_i : 各断面構成要素の設計ヤング率

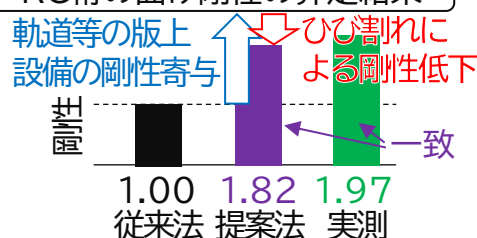
A_i : 各断面構成要素の断面積

I_i : 各部材図心軸回りの断面二次モーメント

y_i : スラブ上面からの各部材図心までの距離

e : 平均的な図心位置

RC桁の曲げ剛性の算定結果



合成桁の曲げ剛性の算定結果

