

疲労損傷を有する鋼床版箱桁橋の 全橋FEM解析による補強法に関する検討

大阪市立大学大学院 都市系専攻 橋梁工学研究室 豊田 雄介

橋梁が抱える「疲労」という問題

普段何気なく利用している橋、でも橋がなくなると交通・物流など様々な支障が起こるでしょう。そんなあって当たり前の橋が通行止めになったら・・・壊れてしまったら・・・

実は私たちの周りの多くの橋は「疲労」という問題を抱えています。

長年にわたる車両の通行が原因となり、例えば鋼橋では、溶接部にき裂が発生する、所謂「疲労き裂」が問題となっています。この疲労き裂は、橋梁の健全度・余寿命を低下させ、またアスファルトにひび割れを起こす原因となり、走行時の安定性にも悪影響を与えます。

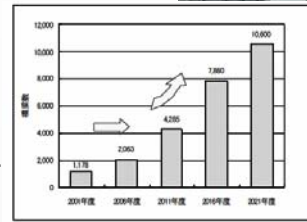
また戦後から高度経済成長期にかけ、橋が多く建設されており、新設後50年を経過する橋梁の数がますます増加していきます。構造物の老朽化、橋の「疲労」は今まさに緊迫した問題なのです。

この疲労の問題を解決するために、本研究では以下の目的を挙げます。

- ①疲労き裂発生メカニズムの解明(FEM解析による発生応力の評価)
- ②疲労き裂抑制に効果的な補強法の提案(発生応力の低減効果)



明治橋



建設後50年を迎える橋
出典:国土交通省資料



疲労き裂

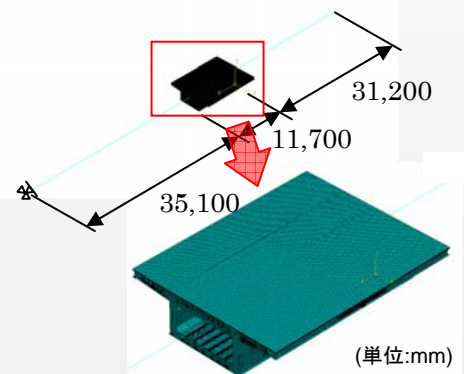
疲労き裂が発生している橋

本研究の対象である明治橋は、阪神高速3号神戸線の3径間連続鋼床版1箱桁です。

明治橋は昭和43年の竣工で、まだ鋼床版の設計方法が確立されていない時代のもので、そのため剛性が低い箇所、応力が集中する箇所が多数存在し、これらの箇所に多くの疲労き裂が生じています。

右図のように中央1径間の解析モデルを構築し、20tトラックを想定した荷重を与え、実際に疲労き裂が生じている箇所の発生応力に着目します。

未補強時では、溶接部の発生応力が100MPaを超えるような高い応力を確認できました。

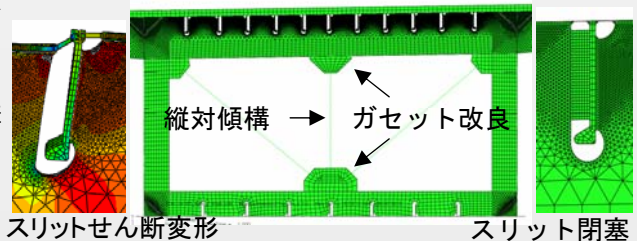


(単位:mm)

疲労き裂抑制の補強法

疲労き裂発生メカニズムは、荷重の載荷により、縦リブ横リブ交差部におけるスリットがせん断変形を起こすことで、溶接部に応力集中が発生することが原因であると分かりました。

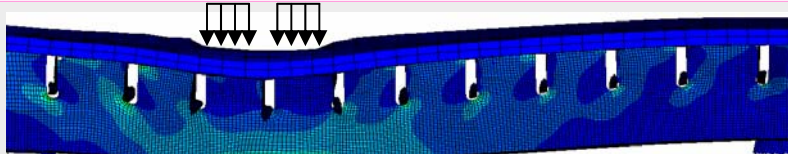
そのため補強法は、スリットのせん断変形を抑制できるような構造とし、箱断面に鉛直な柱を設ける縦対傾構案、縦リブ横リブ交差部のスリットを閉塞する案、そして2案の併用案を挙げます。



スリットせん断変形

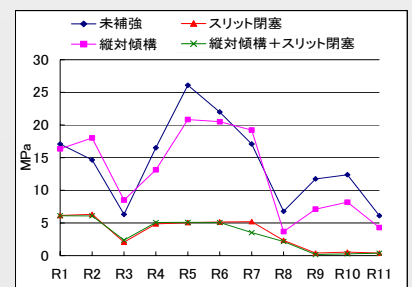
スリット閉塞

解析結果と補強案の比較



上図は、輪荷重を載荷させた場合の、横リブのコンター図です。スリットのせん断変形による応力集中が確認できます。明治橋の疲労き裂は輪荷重の下付近(横リブ中央)で数多くの事例が報告されています。

右のグラフは未補強時と補強案の発生応力を比較したものです。スリットを閉塞することで、せん断変形を抑制し、発生応力の低減効果が期待できることがわかります。



主応力範囲