

溶接桁支点部の 疲労き裂の発生を防止する



吉田 善紀
Yoshinori Yoshida
構造物技術研究部
鋼・複合構造研究室
主任研究員



小林 裕介
Yusuke Kobayashi
構造物技術研究部
鋼・複合構造研究室長



櫛谷 拓馬
Takuma Kushiya
構造物技術研究部
鋼・複合構造研究室
研究員



豊原 匡織
Masaori Toyohara
構造物技術研究部
鋼・複合構造研究室
研究員

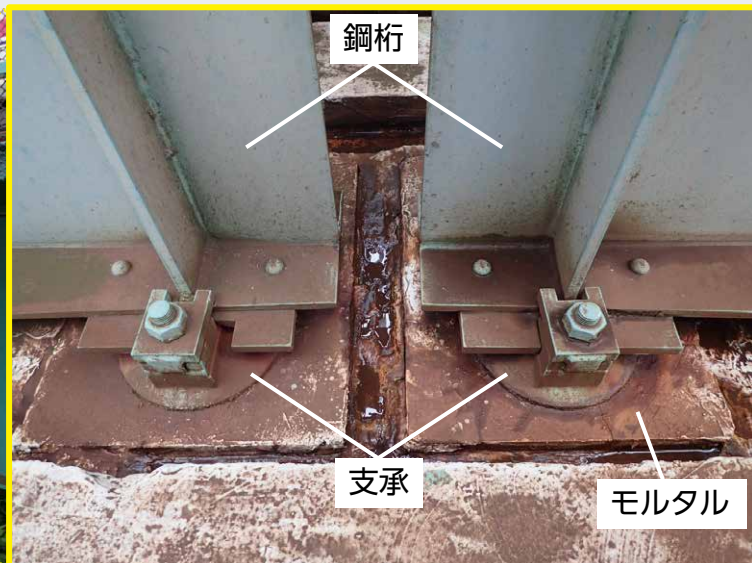
はじめに

鋼桁の支点部(図1)は、橋の下や列車から見えないところにありますが、橋脚・橋台上で橋の自重や列車による荷重を支える重要な部位です。鋼桁下面に設置される支承は、荷重を均等に伝えるため、支承上面の全体が桁下面と密着するように据え付けられます。しかし、支承の下面に敷かれるモルタルが経年劣化によって破損したり、モルタルのさらにその下を支える橋脚・橋台に沈下が生じたりした場合、支承上面が傾き桁下面と片当たりしたような状態になることがあります。このように支承の据え付け状

態が悪くなると、桁の足元が不安定な状態で荷重を受けることになり、特に支承上の部材に無理な力がかかります。例えば、溶接を用いて製作された鋼桁(以下、溶接桁)では、図2のように支承上の部材を溶接した部分に無理な力がかかり疲労き裂が発生します。疲労き裂が発生すると、最悪の場合部材の破断につながり、橋の自重や列車による荷重を支えられなくなります。

疲労き裂の発生を防止するためには、支承下面のモルタルを打ち替えて支承の据え付け状態を改善する必要があります。しかし、支承を据え直すためには桁をジャッキで一度持ち上げる

図1 鋼桁の支承



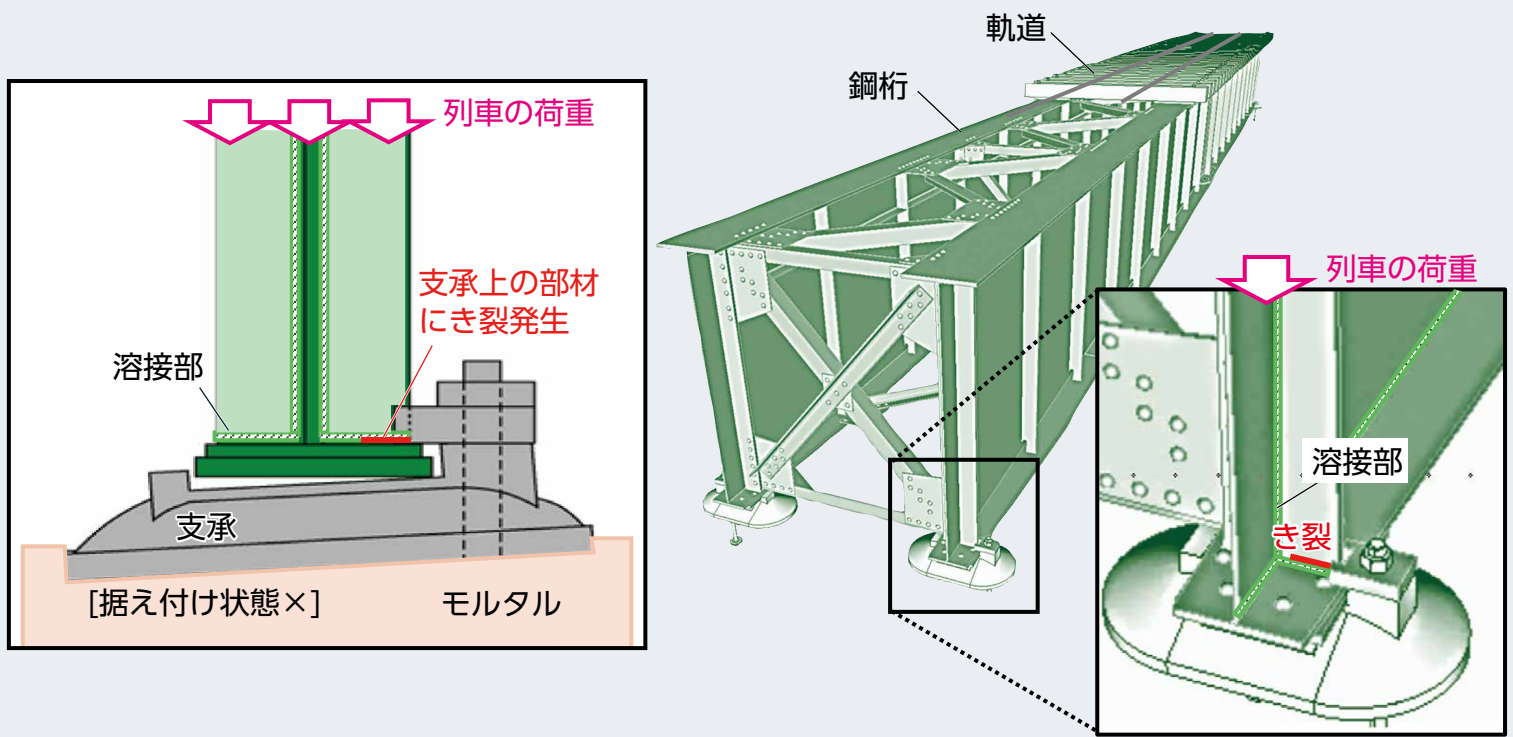


図2 支承の据え付け状態の悪化による疲労き裂

必要があり、比較的規模の大きい工事となるため多くの費用と期間を要します。

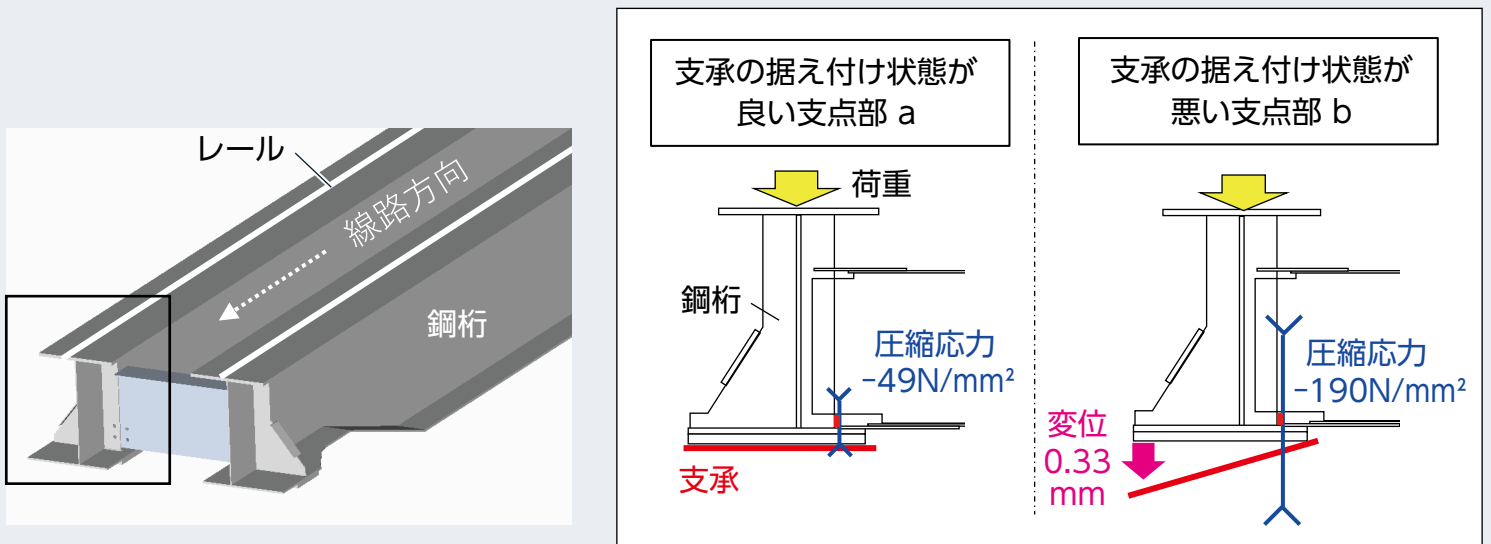
このような重要な部位である桁支点部に対して、支承を据え直さずに疲労き裂の発生を抑制して桁の延命化を図る補強工法を開発しました。本稿では、補強工法の概要を紹介するとともに、実際の橋りょうでの施工状況や補強による効果を示します。

支承の据え付け状態と疲労き裂の関連

疲労き裂は、ある一定以上の応力が繰り返し発生することで生じます¹⁾。発生している応力が高いほど、より少ない繰り返し数で疲労き裂の発生に至ります。

営業線の溶接桁支点部において列車通過時の応力を測定した結果を図3に示します。支承の据え付け状態が悪い支点部bでは、支承の据え

図3 支承の据え付け状態と列車通過時の応力



付け状態が良い支点部aと比べて支承上の部材に高い応力が発生しています。これは、桁が支承で均等に支持されず荷重の偏りが生じるためです。このような支点部では、列車が通過するたびに高い応力が発生するため疲労き裂が発生する可能性が高くなります。

溶接桁支点部の補強工法

溶接桁支点部における疲労き裂の発生を抑制するための補強工法を開発しました²⁾³⁾。開発した補強工法の概要を図4に示します。

開発した補強工法は、図4中に示すような当て板を桁支点部に設置することで、列車通過時

に支承上の部材が負担する荷重を当て板に分担させて応力を低減します。ここで重要となるのは、“当て板にいかん力を伝えて荷重を分担させるか”という点です。当て板に力を伝えるためには下面を密着させて一定の接触面積を確保する必要がありますが、当て板は単に支承上に当てて取り付けようとしても、図4(a)に示すように下面の一部分しか密着せず十分な接触面積を確保することができません。本工法では、図4(b)のように当て板を支承上に押し付けて施工することにより、当て板下面の密着性を高め、接触面積を大きくして支承から力を伝えられるようにしました。

当て板を押し付ける方法は、[支圧接合用高力ボルト](#)[®]という種類のボルト（以下、支圧ボルト）を利用して図5のように行います。この方法は、当て板のボルト孔位置をわずかに上下にずらして

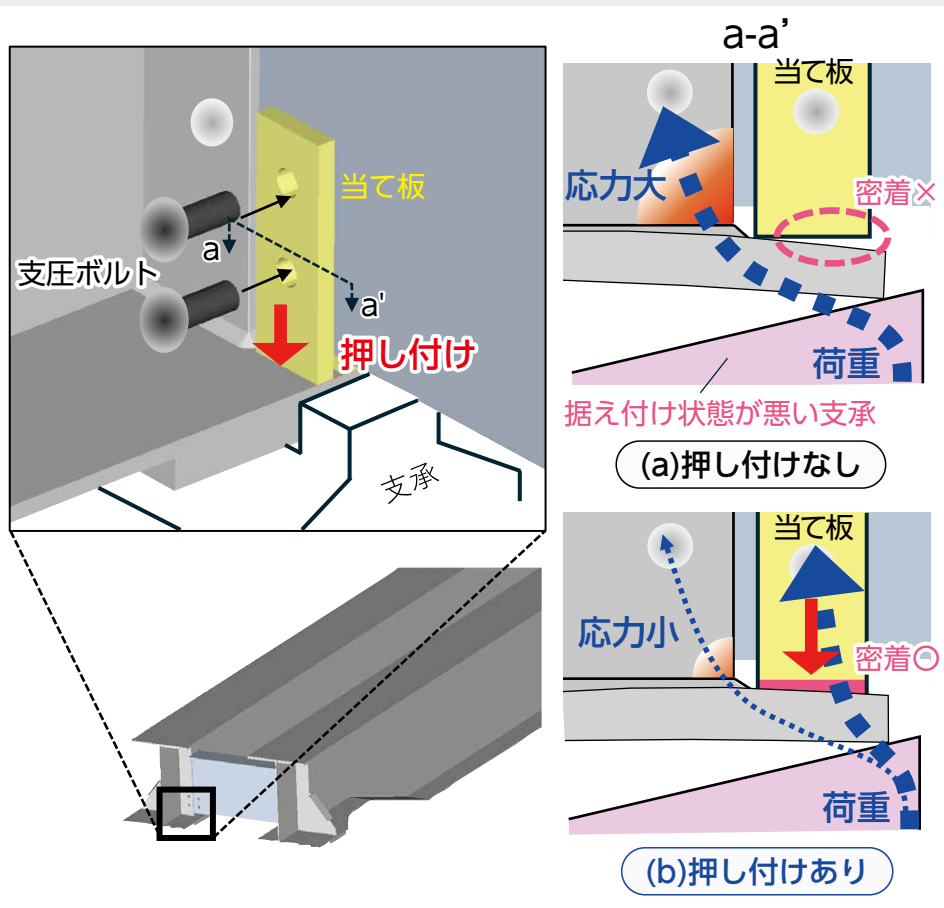


図4 補強工法の概要

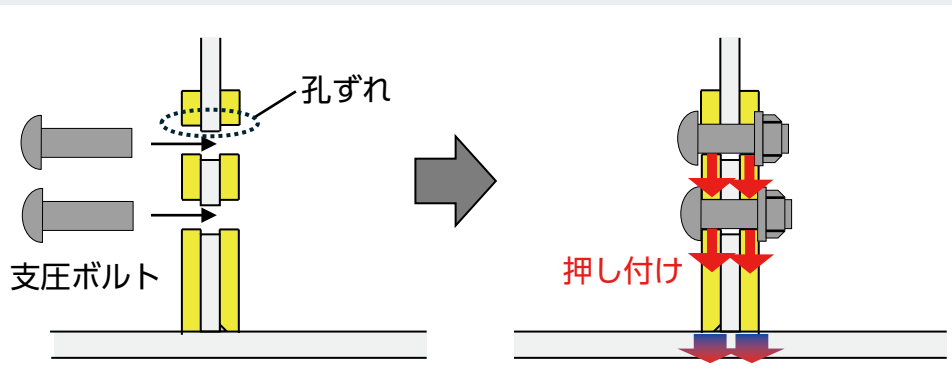


図5 支圧ボルトによる当て板押し付け

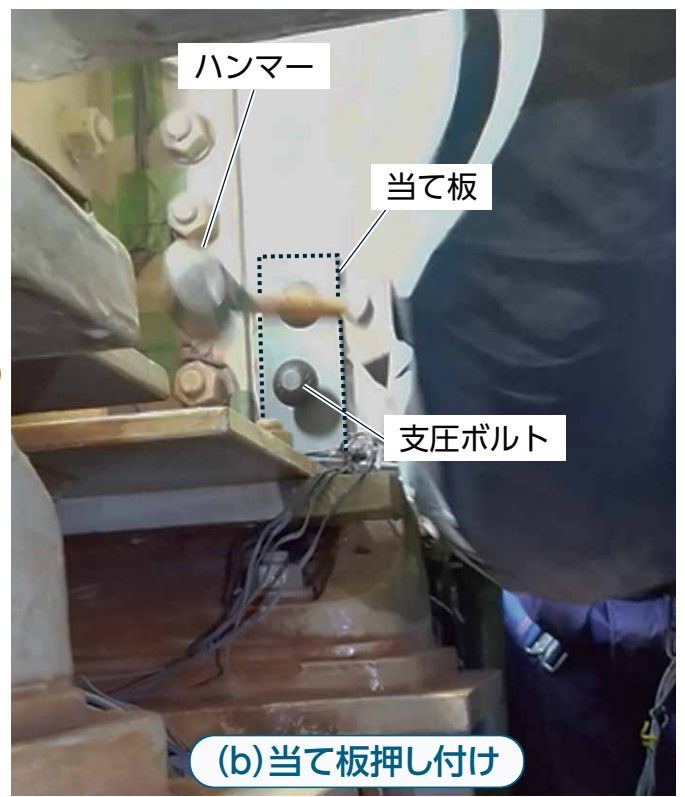
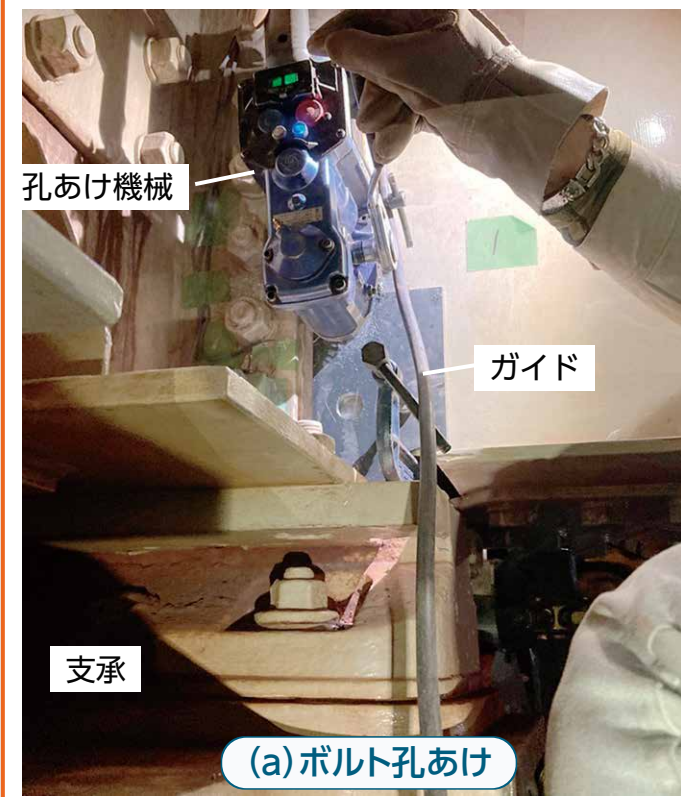
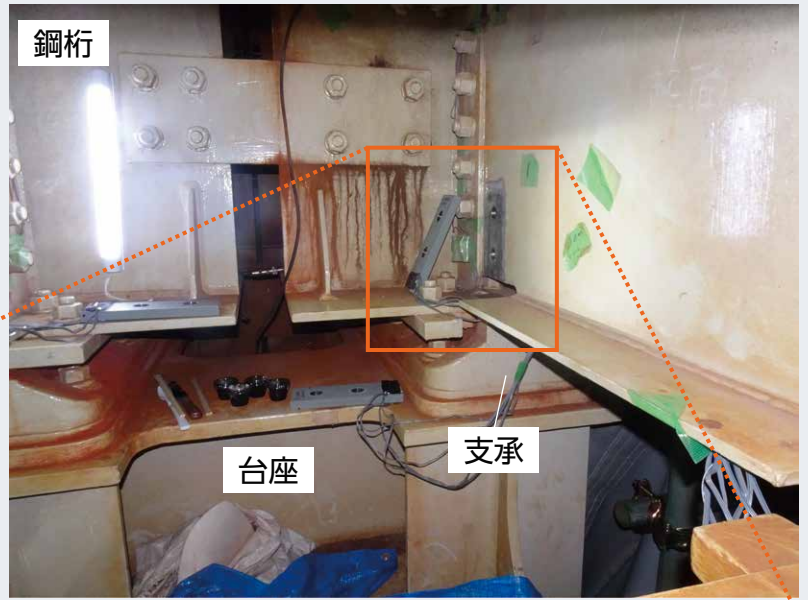
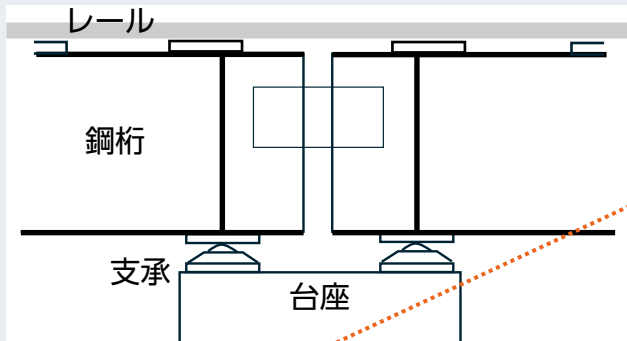


図6 補強工法の実橋施工状況

おき、そこに支圧ボルトを挿入することで、ボルトの軸部がボルト孔と接触して当て板を押し下げます。このような方法は、支圧ボルトを打

ち込むだけでよいので、特殊な機材や技能を必要とせず簡易に施工が可能です。開発した補強工法は、支承を据え直さずに施工できるため少ない費用、期間でも実施可能です。

支圧接合用高力ボルト

ボルト軸部の径をボルト孔と同程度の大きさとしたボルトで、ボルトの軸部をボルト孔と接触させて力を伝えます。

補強工法の実橋施工

開発した補強工法を営業線の溶接桁支点部に施工し、実際の作業環境での当て板の施工性を

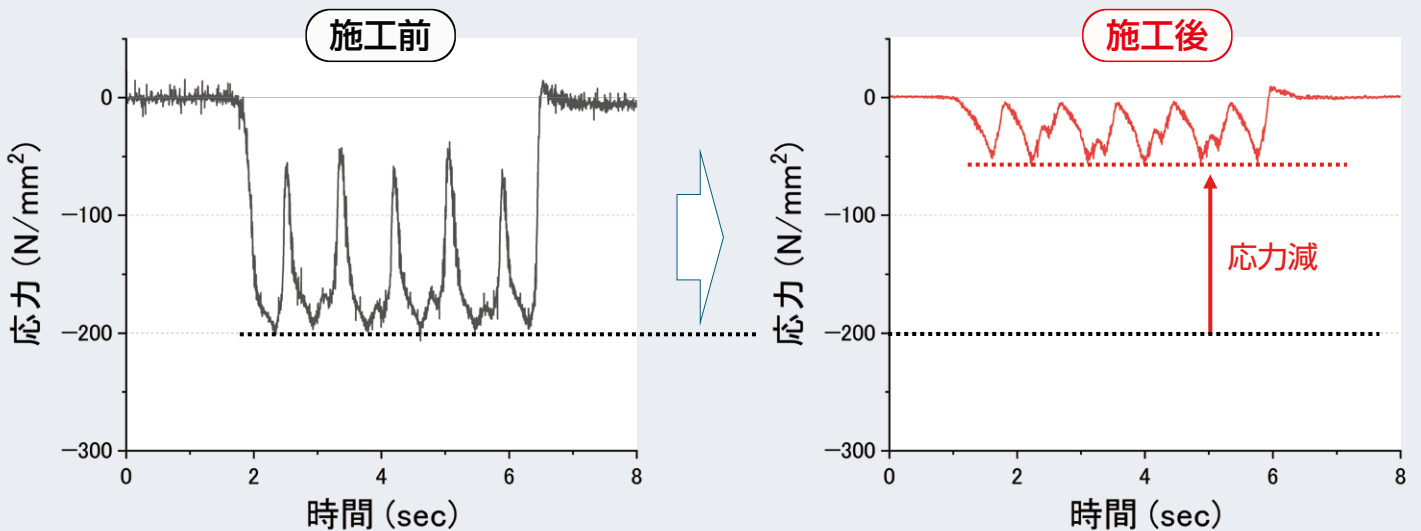
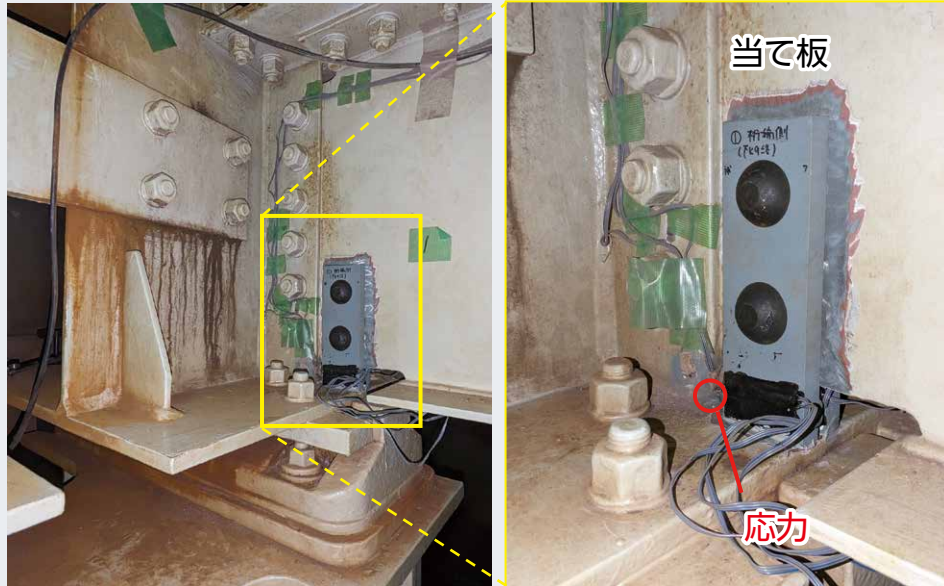
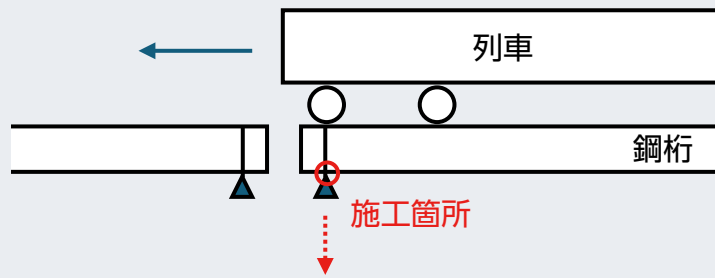


図7 当て板施工前後の列車通過時応力

確認しました。現地での施工状況を図6に示します。開発した補強工法では、当て板を押し付ける強さがボルト孔をずらす量によって決まるため、目標とする位置に正確に孔あけを行うことが重要になります。そこで、あらかじめ目標とする位置に孔あけを行ったガイドを製作し、これを桁にあてて孔あけを行いました

(図6(a))。このような方法により、現場で当て板の押し付けを確実にできるようになることを確認しています。当て板の押し付けは、手持ちのハンマーで支圧ボルトを繰り返し打ち込むことにより行いました(図6(b))。鋼桁の支点部は非常に狭く作業性が良くありませんが、その中でも支圧ボルトの打ち込みを問題なく行う

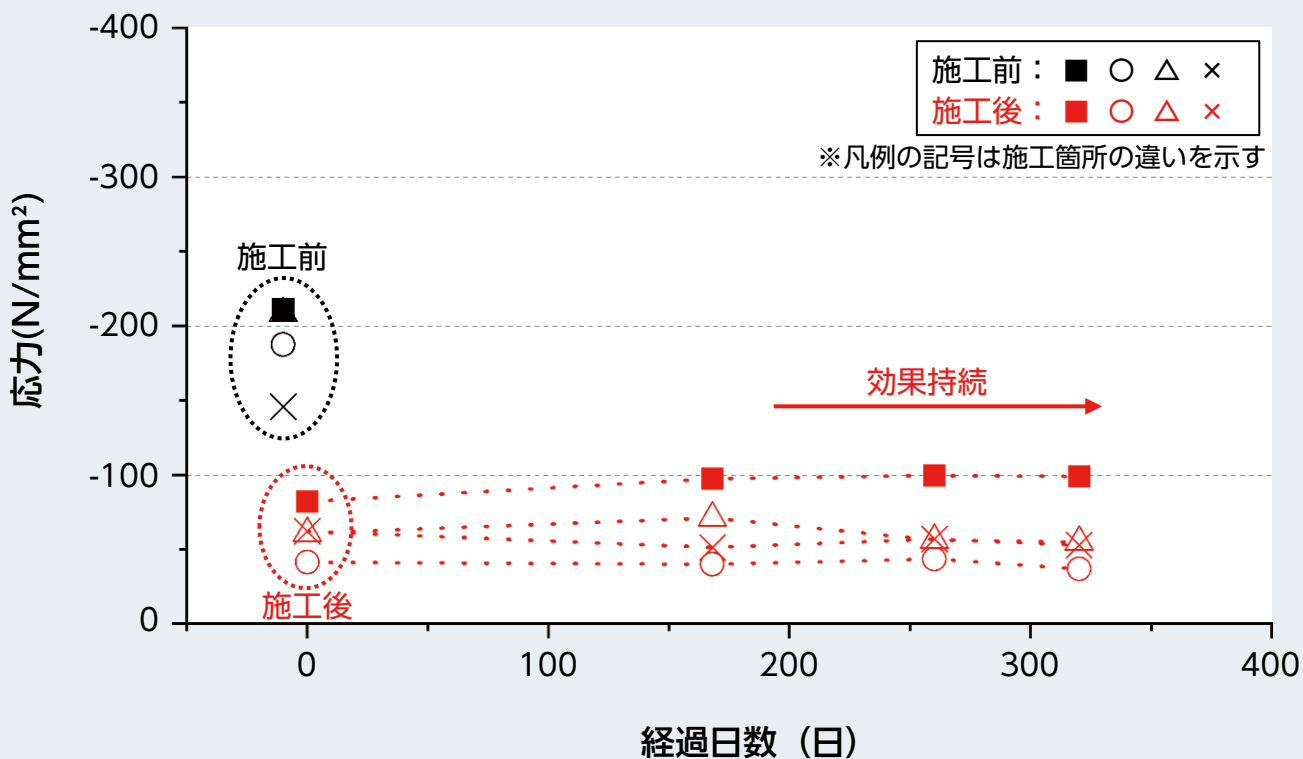


図8 当て板施工後応力の経時変化

ことができ、5～10分程度の短時間で施工が完了することを確認しました。

補強による効果

当て板を施工した箇所では列車通過時の応力を測定し、補強による効果を確認しました。支承上の部材に発生する応力を当て板施工前後で比較した結果を図7に示します。当て板施工後は列車通過時の応力が大幅に減少していることがわかります。このように応力が減少したのは、当て板が荷重を分担し支承上の部材にかかる負担が軽減されたためです。施工を行った4箇所の支点部について、施工後の約1年間にわたる

応力の経時変化を測定し、供用下での効果の持続性を確認しました(図8)。結果として、当て板施工後に応力が大きく増加することはなく、当て板による効果が持続することを確認しました。

おわりに

溶接桁の支点部における疲労き裂の発生を抑制するための補強工法を紹介しました。本補強工法は、簡易な施工により支承上の部材に発生する応力を低減できるため、支承の据え付け状態が悪くなった桁の延命を図ることができます。

RRR

文献

- 1) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説一付・設計例一，2012
- 2) 吉田善紀，穴見健吾，長坂康史，竹淵敏郎，小林裕介：支圧接合用高力ボルトを用いた当て板による支点上補剛材下端の補強，構造工学論文集，70A巻，pp.626-638，2024
- 3) 吉田善紀，長坂康史，竹淵敏郎，榎谷拓馬，小林裕介，田嶋海理，穴見健吾：支圧接合用高力ボルトを用いた当て板によるブレース構造支点部の補剛材下端補強，構造工学論文集，71A巻，pp.324-335，2025