

槽状桁端支材の疲労損傷に対する補修方法の提案と適用（その1）

西日本旅客鉄道株式会社（正）○細井幹生（正）中山太士（正）大谷将一郎
株式会社レールテック（正）松本健太郎

1. はじめに

鋼鉄道橋において、槽状桁（溶接構造）（写真-1）の端支材下端まわし溶接部からのき裂が多く確認されている（写真-2）。なかには、き裂が進展し、主桁腹板付近に達したものもあり、放置すれば主桁を破断させる可能性がある。過去にはき裂部の応力を低減させるため、端支材にスリットを設けて当板を行った上、き裂部の再溶接を行ってきたが¹⁾、き裂の進展などが見られ、抜本的な対策となっていない。そこで、FEM解析を用いて対策工法の検討を行った。この検討結果より提案する工法は、施工性・応力低減において効果的な対策となることが確認できた。

2. き裂発生原因の推定

端支材下端まわし溶接部からのき裂発生メカニズムを図-1のように考える。

まず、繰り返される列車荷重により桁座の劣化による支点沈下やソールプレートの磨耗や腐食により支点変位が発生する。支点変位に伴い、左右支点部に変位差が生じ、断面急変部である端支材下端まわし溶接部に応力集中が生じてき裂が発生するものと考えた。

3. 解析的検討

(1) 解析方法

弱点箇所（き裂発生箇所）を削除し、端支材を切欠いて、左右支点部の変位差に追従できるような柔軟な構造として切欠き工法を考えた。

解析は、実際にき裂が発生している支間6mの橋りょうの端支材をモデル化し、左右支点部に変位差が生じるようなき裂発生モデルを作成して、その時の応力集中箇所や応力の比較を行うことでき裂発生原因の検証を行うこととした。左右支点部は図-2のようなベッドプレート支承をモデル化し、支点変位は、右側のソールプレートとベッドプレートの間に隙間を設けて再現することとした。ここでは隙間を1mmと仮定した。端支材を切欠くことで他部位への影響が懸念されたため、図-3に示すように、端支材腹板高さを h として、切欠き $1/2h$ モデル、 $3/4h$ モデル、切欠き h モデルと切欠き形状を変化させて応力の比較を行った。それぞれのモデルに左右支点部の変位差を再現させ、着目箇所の応力集中を比較して、切欠き効果と最適な切欠き形状を決定することとした。



写真-1 槽状桁全景 写真-2 き裂概況

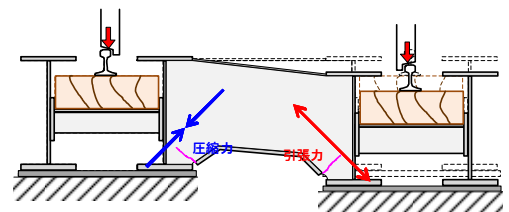


図-1 き裂発生原因推定

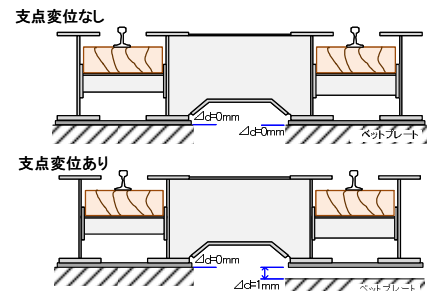


図-2 支点部モデル

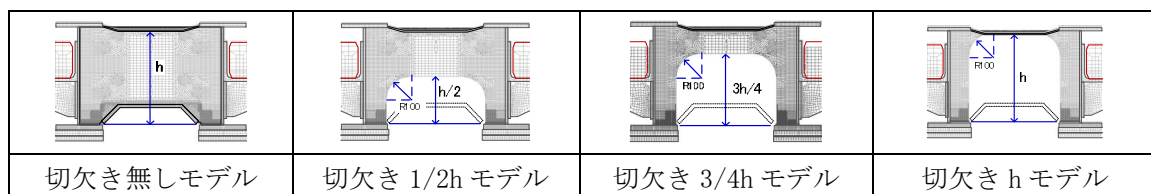


図-3 切欠き検討モデル

キーワード：鋼鉄道橋，槽状桁，端支材切欠き，疲労き裂，解析的検討

連絡先：〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 中央ビル 2 階 構造技術室

4. 解析結果

(1) き裂発生原因

き裂発生モデルの弾性解析結果を図-4に示す。

G2とG3の端支材下端まわし溶接部において高い応力が生じている。このことから、実橋では支点変位によってき裂が発生するものと考えられる。

(2) 切欠き効果の検証

切欠き効果を検証するために、図-5に切欠き前と1/2h切欠き後の変形図を示す。

切欠き後では、角折れと反りの発生箇所が端支材下端まわし溶接部から切欠きコーナー部へ移行し、主桁の変位量がG3とG4ともに、ほぼ近いことが分かる。これは端支材を切欠いたことで剛性が低下し、端支材の変形が大きくなったことでG3とG4とも下方への変位が同程度になったと考えられる。

図-6に切欠き前後の応力低減効果を示す。図中には疲労の着目点として①端補剛材下端溶接止端部②切欠きコーナーこば面③張板取付溶接止端部を対象とし、想定するき裂の進展方向に直交する応力を算出している。

左右内主桁の端補剛材下端溶接止端部については、支点変位により生じていた大きな応力が切欠き後(1/2h, 3/4h, h)には、著しく低減することが分かる。切欠きコーナーこば面では、切欠き高さが大きくなるにつれて、G2側では応力が低減する。一方、G3側では、切欠き高さが1/2hと3/4hでは引張応力が増加していたが、端支材をすべて切欠くと引張の最大主応力が低減している。張板取付溶接止端部では、端支材の切欠き高さを大きくするにつれて、応力が大きくなっていて、き裂の発生が予測される。

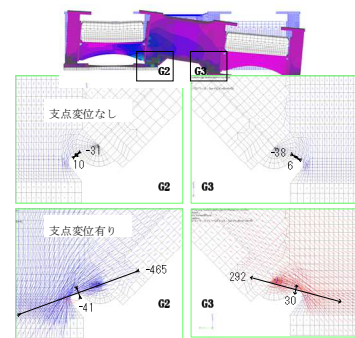


図-4 き裂発モデル解析結果 (MPa)

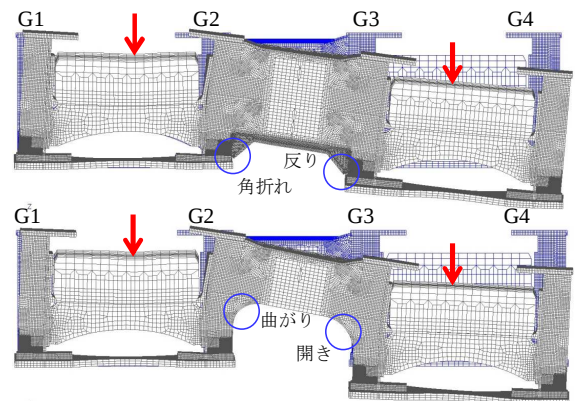


図-5 変形図

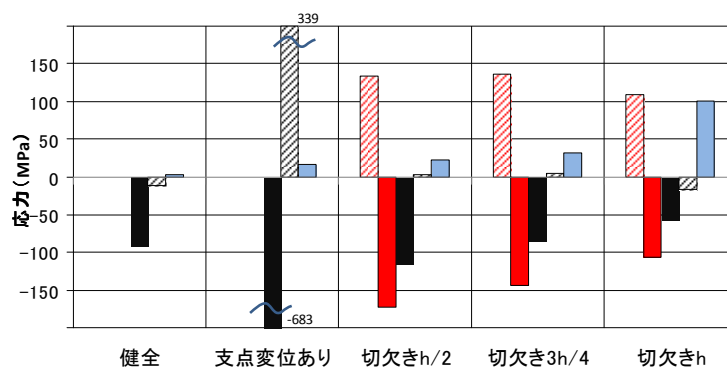
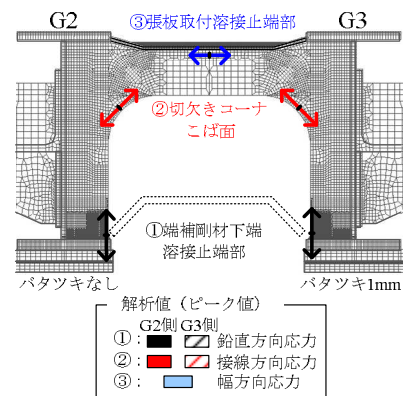


図-6 着目箇所応力比較



5. まとめ

端支材下端まわし溶接部や端補剛材下端溶接止端部への対策効果が最も高い形状は、端支材をすべて切欠く形状であるが、新たな弱点として張板取付溶接止端部からのき裂が予測される。そのため今回検討した切欠き形状では、切欠き高さが3/4hが最適であると考えられる。また、切欠き後のき裂先端にストップホールをボルト締めすること、端支材腹板へ当板補強を施工することで、切欠きコーナーこば面の応力を下げることが検討していく予定である。

【参考文献】1 徳永直, 豊田隼也, 丹羽雄一郎, 鉄道土木の常識, 新線路 Vol.13, 2010.9