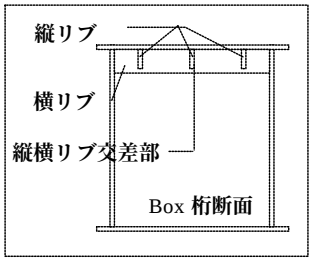
無道床ボックス桁鉄道橋の変状メカニズムとその対策について

東海旅客鉄道㈱　正会員　佐藤浩二　正会員　川元隆史　　㈱BMC　正会員　小芝　明弘

1. はじめに

東海道新幹線は今年で 40 周年を迎え、約 1600 連もの鉄けたも同様に年を経ている。その鉄けたも、開業当初に比べ荷重条件が大きく変化してきてはいるものの、当社の特別検査体制や、変状に対し適宜適切な処置を継続しているなど、品質管理に万全を期しているため、新幹線の安全かつ快適な輸送サービスを今日までに提供し続けることができている。当構造物検査センターでも昨年までに管内全ての特別検査が一巡し、細部にわたる変状の洗い出しとその対策が完了したところであり、二巡目に向けてよりきめ細かな検査を進めているところである。本研究は一巡目の特別検査において、当構造物検査センター管内の鉄けたで発見された特異な変状について、その発生原因を調査検討しながら、対策を講じたことについて報告する。



図－1 :縦横リブ交差部

A 橋りょう諸元

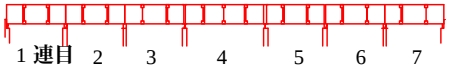
形式：上路プレートガーダー（Box 断面）

連数：7 連

支間：39@39@39+50+39@39@39（m）

（3~5 連目：3 径間連続ﾌﾟﾚｰﾄｶﾞｰﾀﾞｰ Box 断面）

桁側面図



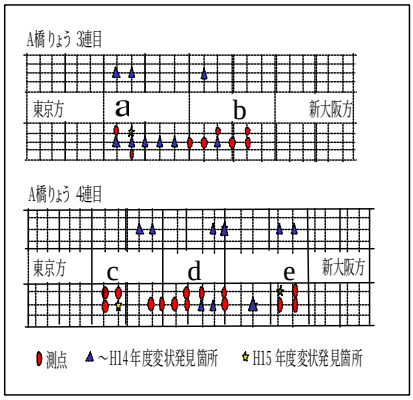
表－1 :A 橋りょう諸元

2. 変状の概要

当センター管内にある A 橋りょう（表－1)はボックスタイプの上路プレートガーダーで、H15 年度の検査で縦リブと横リブの複数の交差部から、比較的小規模であるが亀裂が発生した例が確認された（図－1)。このタイプの変状は過去の例から、マクラギと上フランジが接触し、列車荷重が局部的に載荷されることによって、リブに強い負荷がかかり発生することが知られているが、今回の事例は、この状況下にないにもかかわらず発生しており、過去の例とは少し異なっている。変状そのものは進行性もなく、列車運行に影響しない比較的小規模なものの、上記の理由より新たな変状例として注目した。同橋りょうにおいては、前年度までの検査でも、ほぼ同様の変状が 29 箇所確認されており、その発生箇所は、3～5 連目の連続桁で集中し、全て中央リブで発生したのが特徴であった。今回発見された 3 箇所の変状は中央リブのみならず、上下線間側のリブにも 2 箇所確認している。（表－2）また、両変状とも a～e を含む添接板付近の位置で多発傾向にあり、全変状のうち約 50%がそれにあたる（図－3)。そこで変状の発生原因をつかむため、目視詳細調査と実応力測定を行うことにした。

	左側リブ		中央リブ		右側リブ	
	～H 14	H 15	～H 14	H 15	～H 14	H 15
添接板前後	2	0	12	1	0	2
それ以外	0	0	15	0	0	0
合計	～H14 :29 箇所			H15 :3箇所		

表－2 :部位別変状発生数



図－3 :変状発生位置と測定位置の関係

3. 調査及び実応力測定概要

目視詳細調査は、変状の先端付近である溶接ﾋﾞｰﾄﾞを少しずつ削りながら目視で追跡調査し、発生箇所付近の母材の状況を把握するもので、実応力測定は変状箇所付近の母材に働く応力を把握するためのものである。応力測定箇所の選定には、A 橋りょうの変状発生箇所の近傍を中心に設定し、さらに桁全体の応力状態と縦横リブ交差部付近の応力状態を把握するため、線路方向に連続した位置とした。（図－3,図－4）

また、添接板付近の変状発生原因を明らかにするため、ボックス内外の詳細調査も併せて実施した。

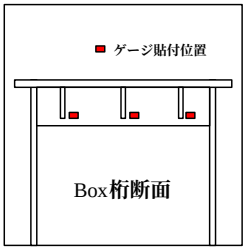
キーワード：ボックス桁、縦リブ、横リブ、応力測定、マクラギ受

〒533－0031　大阪府大阪市東淀川区西淡路 1 丁目 2 番 56 号　新大阪駅構内

4. 調査結果と考察

(1)　目視詳細調査

亀裂の発生箇所付近の溶接部をロータリーバーにより削孔し溶接状態を確認したところ、縦リブの下端に 5mm 程度の不溶着部が確認できた（図－5）。これは、桁の製作過程において、縦リブを通すための横リブの切欠きが、大きくとられた為に隙間が残ったものと考えられる。また、この鉄けたは、添接板付近のマクラギ受が、それ以外の箇所とは異なり、線路中心側に取り付けられている構造となっていた。



図－4 :ゲージ貼付位置

図－5 :縦リブ下端の隙間

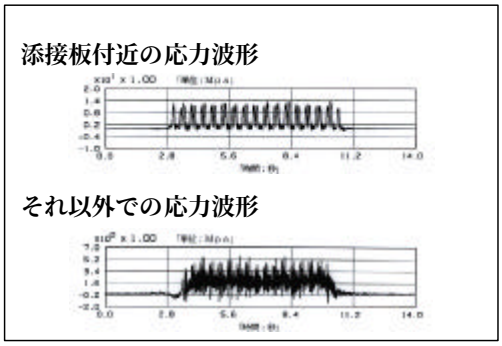
(2)　実応力測定

測定の結果、添接板付近とそれ以外の箇所と比較すると、応力振幅が添接板付近で約 2 倍となった（表－3）。また、補修工の影響について検証する意味で、既に中央リブの補修を行っている箇所の側方（右側リブ）部分の発生応力を測定した結果は、他箇所よりやや高い程度の応力振幅であったものの、それ以外の側方のリブ（左側リブ）とほぼ同程度のものであることが確認できた（表－3）。また、添接板付近以外の箇所では、応力範囲は非常に小さいものの、波形から部材の一部が共振している事象をとらえる事が確認できた（図－6）。

部位別最大応力　(MPa)

	左側リブ	中央リブ	右側リブ（中央リブ補修済み）
添接板付近	14.0	14.4	10.7
それ以外	6.5	8	－

表－3 :部位別最大応力



図－6 :添接板付近とそれ以外での応力波形比較

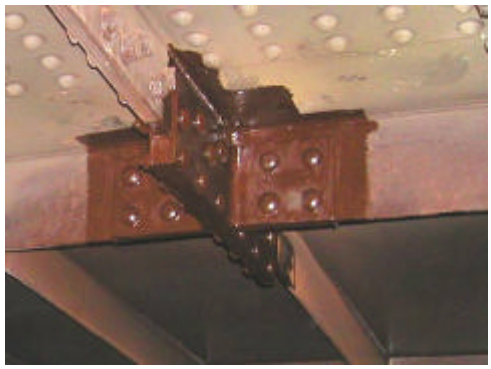
(3)　考察

以上の結果から、添接板付近では通常、腹板の中心線上に取付けられているマクラギ受が、リベットとの取合い及びマクラギ強度の関係から、腹板中心より内側に取り付けられているために（図－7）、この近傍ではボックス断面の変形が比較的大きくなり、発生応力は他箇所に比べ高い傾向にあるものの、変状に直接結び付く程度のものではないことがわかった。添接板付近以外の箇所については、溶接形状のばらつきによる疲労強度の違いによって、発生したと推測できる。よって、溶接の仕上がり形状やビード内の不溶着部の有無が今回の変状の発生に大きく寄与していることが想定された。

図－7 :マクラギ受の状況

5. 今後の検査着目箇所及び対策

検査結果及び応力測定の結果から、添接板付近以外の箇所で、今後、変状が発生する可能性は非常に低いものと考えられものの、添接板付近の中央リブでは他箇所よりも比較的応力が大きいため、この部位では、予防保全として当板補強を施すことが有効であると考える（図－8）。これらの結果を踏まえ、ボックス桁橋りょうの検査の着目点として、添接板付近のマクラギ受の取付位置に着目し、変状発生の初期段階に不溶着部の確認が必要だと考えられる。現在、A 橋りょうの全ての同種変状箇所について上記に示す補強工を施工し、その後の発生は止まっているが、この部位を要注意着目点として、よりきめ細かな検査を実施していく考えである。


図－8 :当板補強の状況