

鋼鉄道橋りょうのニーブレス補修に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 富田 興昌
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 坂上 信一
東日本旅客鉄道株式会社 ○市川 晃朗

1. はじめに

JR東日本横浜土木技術センターは、東海道本線をはじめとする合計 25 線区を管轄し、さまざまな形状・経歴をもつ土木構造物を管理している (図1)。

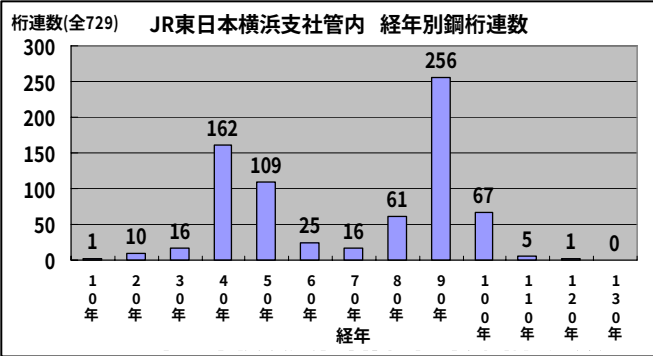


図1 経年別鋼桁連数

特に鋼橋りょうについては、図1に示すとおり過半数の桁が経年 70 年を越す構造物であり、適切な維持管理を行っていく必要がある。

2. 管内橋りょうの特徴

鉄道橋りょうにおける変状原因は、設計条件や施工条件、使用材料といった構造物の内的な要因によるもの、環境条件や使用条件、経年などの外的な要因に加え、建築限界等鉄道特有の条件によるものと様々である。このうち建築限界によるものとしては、建築限界の余裕量を確保するために、ニーブレスや上フランジ等の一部を切断したことにより応力集中は発生し、亀裂等の変状が発生している例があり、横浜支社管内では3橋りょうある。

次に構造部位ごとの変状数を見る。JR 東日本では変状を程度により、A・B・C・Sの4段階で管理している。このうち変状が進行した状態であるAランク数の割合を見るとニーブレスが約50%と他の構造部位と比較し高い比率となっ

表1 構造部位別変状数

	A	B	C	合計	A割合
アンカーボルト	8	93	29	130	6.2%
ガセット支点部	8	17	11	36	22.2%
ガセット中間部	4	30	7	41	9.8%
カバープレート	4	4	3	11	36.4%
ソールプレート	11	26	4	37	29.7%
ニーブレス	28	17	10	55	50.9%
横桁支点部	42	57	10	157	26.8%
横桁支点部	4	8	4	16	25.0%
横桁中間部	3	16	30	49	6.1%
下フランジ支点部	5	3	11	19	26.3%
沓座	10	39	118	167	6.0%
沓本体	7	63	41	111	6.3%
支材	11	9	1	37	29.7%
縦桁支点部	4	15	1	24	16.7%
腹板中間部	2	2	1	7	28.6%
補剛材支点部	10	11	7	44	22.7%

ている (表1)。これはニーブレスが斜角による応力集中、沓のアオリ等により亀裂が発生しやすいことと考える。

本稿ではニーブレスに着目し、変状原因、設計条件の異なる3例の補修に関し考察する。

3. 特徴的なニーブレスと変状原因

今回変状事例として紹介する3橋りょうは、いずれもニーブレスにAランクの変状をきたしている。これらは表2に示すとおり、経年・構造・供用環境などがすべて異なる。

表2 橋りょう変状状況

	A橋りょう	B橋りょう	C橋りょう
構造	下路鉋桁	下路鉋桁	下路鉋桁
製作	1967年 経年44	1926年 経年85	1987年 経年25
支間	20m 3連	16m 2連	17m 1連
斜角	26°	—	62°
変状	亀裂	欠食	亀裂
変状規模	376mm 6年で16mm進行	20mm×30mm (穴開き部) 6年で3mm進行	68mm 6年で3mm進行

変状原因を究明するため類似構造を有する別の橋りょうとの比較を行った (表3)。

表3 橋りょう比較表

	A'橋りょう	B'橋りょう	C'橋りょう
構造	下路鉋桁	下路鉋桁	下路鉋桁
製作	1926年 経年85	1926年 経年85	1987年 経年25
支間	20m 3連	16m 4連	26m 1連
斜角	25°	—	46°
変状	なし	欠食 (B橋りょうと同等)	なし

B橋りょうはB'橋りょうに加え、同線区、同年代の橋りょうと比較しても、ニーブレスに同様の欠食が見られた。原因は、経年によるものと、海に近い線区であることから飛来塩分によるものと考えられる。A・C橋りょうについては、亀裂が発生していることから、応力集中や沓のアオリが原因と考えられるが、類似構造物に変状が見られないことから、それぞれの原因を調査した。

3-1. 応力測定

A橋りょう、C橋りょうともに斜角を有する下路鉋桁であるが、同種構造の桁では一般にニーブレス端部への応力集中が発生しやすい傾向にあることから、その発生の有

無を確認する目的で応力測定を行った。歪ゲージは亀裂先端部に、亀裂直角方向、亀列方向、中間 45° の 3 箇所に設置した (図2)。

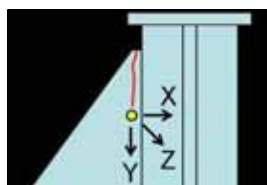


図2 歪ゲージ取付位置

健全箇所について測定を行った。測定の結果、両橋りょうともに亀裂直角方向の応力が大きく、斜角桁による応力集中が亀裂発生原因のひとつと考えられる (表4)。

表4 応力測定結果

A橋りょう	亀裂発生箇所	健全箇所	C橋りょう	亀裂発生箇所	健全箇所
	最大(MPa)	最大(MPa)		最大(MPa)	最大(MPa)
X	138.6	25.7	X	82.4	25.9
	9.5	6.1		20.6	7.1
	65.3	42.9		27.1	38.4

3-2. アオリ計測

亀裂発生原因として支承部のアオリ発生の有無を明らかにするため、ダイヤルゲージを設置しアオリ計測を行った (写真1)。

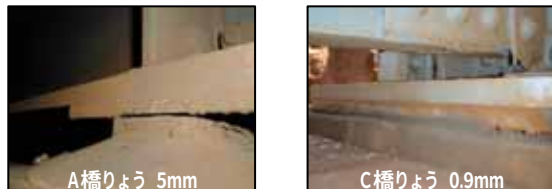


写真1 沓座状況

計測の結果、A橋りょうは5mm、C橋りょうは0.9mmであった。A橋りょうについてはアオリ量が大きく、沓座のアオリを起因とした端横桁のねじれが発生原因と考えられる。

C橋りょうは、経年 25 年と比較的新しく、アオリ量も微量である。応力は大きい、一般的に斜角を有する桁のニーブレスは応力集中を受けやすい構造であるため、応力集中が亀裂発生の直接的原因とは考えられない。C橋りょうについては、応力集中以外に亀裂発生原因があるかどうか調査を行った。

3-3. 工事履歴

C橋りょうは建築限界確保のために、1987 年建設当初に上フランジを切断している (図3)。

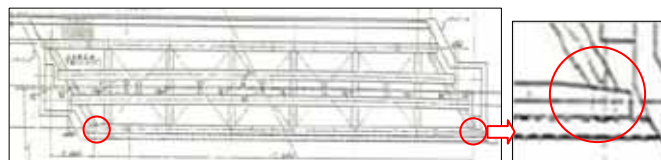


図3 C橋りょう上フランジ切断状況

また、2002 年に下部限界余裕量確保のためにニーブレス上端を切断している (写真2)。亀裂はニーブレス上端の溶接ビードを起点とし腹板に発生している。切断した際、後処理が十分でなかったため硬化した鋼材の端に応力が集中し、亀裂が発生したと考える。このため、健全箇所

と比較し、亀裂発生箇所の応力が大きい値となっている (表4)。



写真2 C橋りょうニーブレス切断状況

4. ニーブレス補修方法

A・B・Cの3橋りょうの変状原因、ニーブレスの構造を調査し、補修案の選定を行った (表5)。A橋りょうは斜角が大きく、端ニーブレスの形状が複雑である。そのため当板材の加工、取付が困難であることから、部材を切断し補強材を取付ける方法を考案する。B橋りょうは横桁とニーブレスがボルト接合により独立した構造である。そのためニーブレスの取り外しが容易であることから、ニーブレスを一括交換する方法を考案する。また、防錆処理を行い、欠食の再発防止を図る。C橋りょうはニーブレスの形状は複雑ではないが、建築限界の余裕量が少ないため建築限界を確保しつつ補修が必要であることから、部材を切断し補強材を取付ける方法を考案する。また、A・C橋りょうは補修後に応力測定を行い、応力集中が解消されたことを確認する。

表5 変状原因と補修案

		A橋りょう	B橋りょう	C橋りょう
変状発生原因	変状	亀裂	欠食	亀裂
	経年環境	×	○	×
	応力	◎	×	○
	アオリ	◎	×	×
	履歴	×	×	◎ (部材切断)
ニーブレス構造	横桁-ニーブレス-体		横桁-ニーブレス-体々	横桁-ニーブレス-体
	一括交換	×	◎	×
補修方法	当板補強	横桁-体のため	○	横桁-体のため
	斜角複雑な加工	×	○	×
	切断補強	◎	×	◎
補修イメージ	ステップ①	卸材切断		卸材切断
	ステップ②	補強材取付	一括交換	補強材取付

今回はAランク変状の割合からニーブレスに着目し、変状の原因究明とニーブレスの構造や建築限界から補修方法を考案した。今後は補修案の構造設計を行い、Aランク変状の解消を進めていく。