土木学会第52回年次学術講演会（平成９年９月）

Ｉ－Ａ198

余剰耐力確保のための手法

ＢＭＣ 正員 堀口 哲夫　ＢＭＣ 正員 蔦 守隆
ＪＲ東海 正員 伊藤 裕一　鉄道総研 正員 杉舘 正雄

１．まえがき

鋼橋が供用中に疲労等によってき裂の生じることがある。これらのき裂は今のところ現場の検査員によって確実に検出され対処され、最終破断にいたったものは無いが、そのための検査員の責任と苦労は並々ならぬものがある。今後増加する傾向にある疲労き裂に対しては、このような努力に期待するだけでなく、出来れば構造物自体が致命的損傷とならないように、ハード面からの対応も平行して考えていく必要があるように思われる。

ここでは、そのための方法として一つのハード対策を考えた。すなわち、隣り合う桁同士をラテラルや対傾構で連結する比較的容易な方法で冗長性が高められないかについて構造解析を中心に検討した結果を示す。

なお、ここでいう余剰耐力とは、構造部材にき裂等の損傷が生じた時、その部材に残っている耐荷力を通常の設計の考え方とは異なり、部材自身の安全ではなく、外力に対する安全の確保を重視したもので、部材間の相互作用等も考慮に入れた上で、冗長性の面から耐力を考慮したものとした。

２．解析に用いたモデル

ここでは、鋼鉄道橋で一般的に用いられている標準的下路トラスの縦桁が破断した例を取り上げ次の項目について解析した。

① き裂等が生じていない健全な縦桁
② 縦桁の支間中央部および１／４点付近が破断したとしたもの
③ 横継ぎすることによる BOX 効果による横分配効果を期待するため対傾構や下ラテラルを追加したもの
④ レールも一つの構造的支材として共同作用を期待したもの

図－１に標準的な縦桁とき裂の位置を、図－２に解析に用いたモデルを示す。

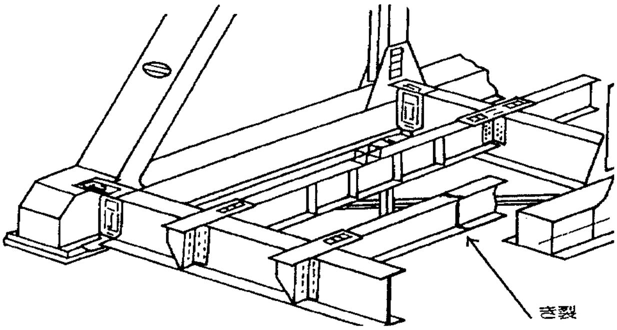

図1 縦桁に発生するき裂位置

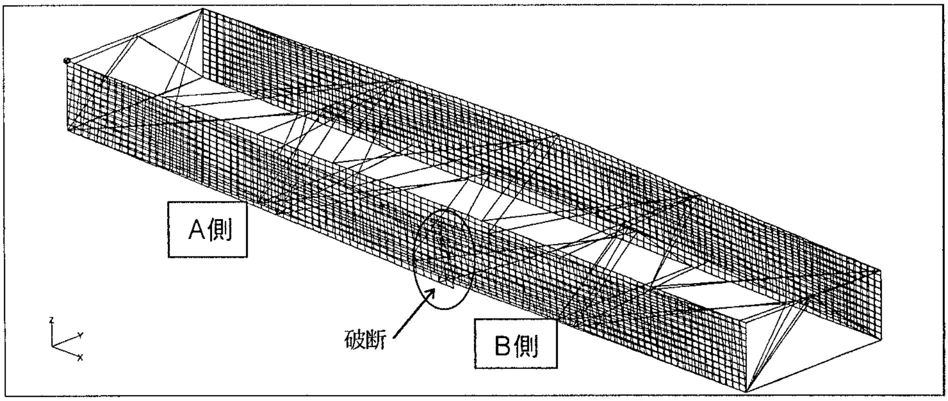

図2 解析モデル

キーワード　鋼鉄道橋　耐力　疲労　き裂　余剰耐力
連絡先　ＢＭＣ　千葉市美浜区中瀬 2-6-1　TEL 043-297-0207　FAX 043-297-0208

３．解析結果

構造解析に用いた項目および解析結果を表１にす。また、構造解析モデルの縦桁の破断が発生した代表的な変状図を図３に示す。

表１　解析モデル一覧

（荷重：NP-18）

解析ケースNo.	下ラテラルの有無	対傾構	き裂の有無と位置 有無	き裂の有無と位置 位置	き裂から対傾構までの距離(mm) 近い方	き裂から対傾構までの距離(mm) 遠い方	解析結果＼条件	上フランジのたわみ(mm) き裂側 鉛直方向	き裂側 水平方向	き裂なし側 鉛直方向	き裂なし側 水平方向	鉛直方向のたわみ差(mm)
1	無	2本(標準)	無				A側	7.2	0.1	7.2	0.2	−
							B側	−	−	−	−	−
2	有	2本(標準)	無				A側	7.2	0.1	7.2	0.2	−
							B側	−	−	−	−	−
3	無	5本	無				A側	7.2	0.1	7.2	0.2	−
							B側	−	−	−	−	−
4	有	5本	無				A側	7.1	0.1	7.2	0.1	−
							B側	−	−	−	−	−
5	無	2本(標準)	有		900	3500	A側	140	103	11	115	129.0
							B側	153	123	11	115	142.0
6	無	3本	有	ｽﾊﾟﾝ中央	900	1300	A側	104.0	134.0	11.0	111.0	93.0
							B側	144.0	126.0	11.0	111.0	133.0
7	無	5本	有	から1.3m	200	900	A側	108.0	92.0	11.0	91.0	97.0
							B側	115.0	114.0	11.0	91.0	104.0
8	無	5本	有		900	1300	A側	79.0	101.0	11.0	87.0	68.0
							B側	121.0	101.0	11.0	87.0	110.0
9	無	7本	有		200	900	A側	89.0	72.0	11.0	70.0	78.0
							B側	89.0	84.0	11.0	70.0	78.0
10	無	2本(標準)	有		2000	2400	A側	188.1	111.9	13.3	115.9	174.8
							B側	259.6	121.5	13.3	115.9	246.3
11	無	3本	有	ｽﾊﾟﾝ中央	200	2000	A側	153.3	67.0	12.5	64.4	140.8
							B側	227.2	61.9	12.5	64.4	214.7
12	無	5本	有	から0.2m	200	900	A側	122.1	49.9	11.8	48.2	110.3
							B側	150.6	47.0	11.8	48.2	138.8
13	無	5本	有		200	2000	A側	130.9	55.1	12.6	53.1	118.3
							B側	174.2	51.0	12.6	53.1	161.6
14	無	7本	有		200	900	A側	108.5	43.0	12.0	41.5	96.5
							B側	130.6	40.5	12.0	41.5	118.6
15	有	2本(標準)	有		2000	2400	A側	21.8	4.0	14.0	4.6	7.8
							B側	38.8	4.9	14.0	4.6	24.8
16	有	3本	有	ｽﾊﾟﾝ中央	200	2000	A側	20.4	1.6	12.6	1.0	7.8
							B側	20.4	1.5	12.6	1.0	7.8
17	有	5本	有	から0.2m	200	900	A側	20.7	1.5	12.4	1.0	8.3
							B側	18.0	1.7	12.4	1.0	5.6
18	有	5本	有		200	2000	A側	20.2	1.4	12.5	0.9	7.7
							B側	20.2	1.4	12.5	0.9	7.7
19	有	7本	有		200	900	A側	20.5	1.4	12.3	0.9	8.2
							B側	17.8	1.5	12.3	0.9	5.5
20	無	5本	有	ｽﾊﾟﾝ中央	900	1300	A側	13.5	2.7	8.2	2.7	5.3
	レールの剛性を考慮する			から1.3m			B側	14.8	2.7	8.2	2.7	6.6
21	有	5本	有	ｽﾊﾟﾝ中央	200	2000	A側	14.9	3.1	9.1	2.8	5.8
	レールの剛性を考慮する			から0.2m			B側	15.0	3.1	9.1	2.8	5.9

注）２０，２１のたわみ量はレール頭面でのものである

４．結論

以上の解析結果から次ことが言える。

① トラスの縦桁（スパン１０m）が破断すると計算上のたわみは１００mm～２００mmとなる。

② ラテラルが上側だけでは対傾構だけ増設しても、それ程たわみの減少は見られない。

③ 下ラテラルを設けると、たわみは対傾構が２本の場合で２０ mm～４０ mm、３本以上では、ほぼ２０ mm程度となる。このことから、横分配効果は既存の上ラテラルのみの構造に、下ラテラルを新しく設けることによって高まるが、対傾構の本数は３本を超えるとそれ程影響しない。

④ さらにレールも列車荷重を受けるのに一時的には役立つものとして解析した場合は、たわみ量は１５ mm程度となる。また、列車の走行性に影響する左右のたわみ差は７ mm程度となる。

今回は、基本的な構造について構造解析のみで検討したが、実用化のためにはさらに詳細な検討を要する。