

R C 鉄道橋の列車荷重によるたわみとひびわれ幅の測定結果とその考察

東北学院大学 工 土木 正 松本英信

国鉄・盛岡工事局 正 塩田雄三

○ 東北学院大学 工 土木 学 高藤俊二

1. まえがき

一般に、鉄筋コンクリート構造物におけるひびわれの発生は、乾燥収縮や温度変化などによる自然発生的なもの、設計理論上必然的に生じ、載荷荷重の繰り返し等によって成長するものがあると考えられる。過大なひびわれの発生は、過大なたわみや振動を生じさせるばかりでなく、構造物の耐久性や寿命に大きな影響を与えるので、RC構造物の設計にあたり、ひびわれ制御を規定する場合もある。今回の測定では、東北新幹線RC T桁を対象に、列車荷重によるひびわれの挙動、1丁のたわみ量を動的に測定し、健全な構造物に発生しているひびわれの実態、および挙動、ならびにひびわれによる曲げ剛性の低下について検討したものである。

2. 測定概要

1) 測定構造物 測定を行なった構造物は、東北新幹線標準RC、単鉄筋T形単純桁(スパン14.1m)である。この構造物は、建設より5年経過しており、測定時は、開業3ヶ月後である。1丁の

配合計最大値 (mm)	スパン (cm)	空気量 %	W/C %	S/A %	単位量 (kg/m ³)				
					W	C	S	G	混和材
25	12±25	4.5±1	52	40	132	288	759	1137	720

表-1 コンクリートの示方配合

の配合は表-1に示すとおりである。また、

- 表令28日におけるコンクリートの強度は26.2 kg/cm²である。
- 2) 測定位置 ひびわれ幅 下りI桁 測点1~4 (図-1)
 II桁 測点5~8
 上りIII桁 測点1~4
 IV桁 測点5~8
 たわみ 各桁 スパン中央

3) 測定方法 測定構造物の桁断面 あるいは側面の発生しているひびわれ箇所をダイヤルゲージ(1/1000mm)を取り付け、列車通過時の各点のひびわれ幅の変化量、およびたわみを測定し、振動波としてデータレコーダーに記録した。その振動波の一例を図-2.3に示したが、これらの振動波をもとに各測点におけるひびわれ幅、およびたわみを算出し、これを測定値とした。

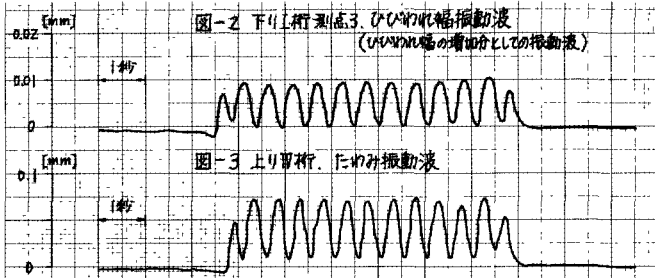
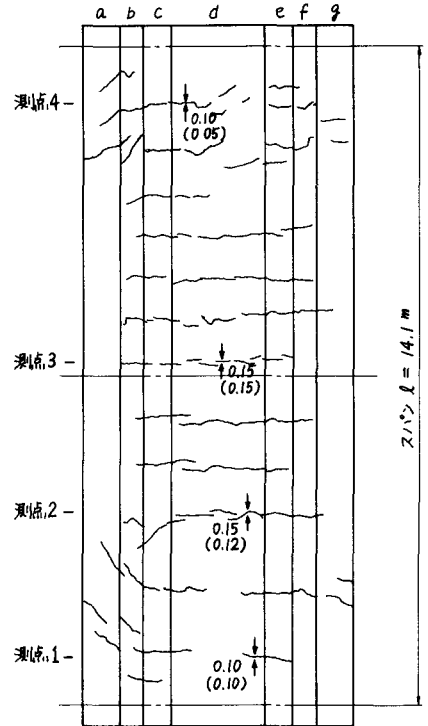
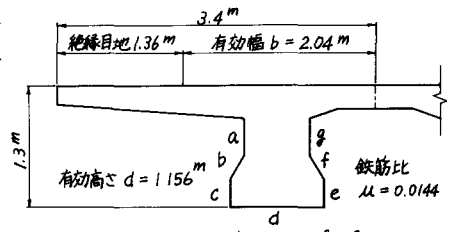


図-1 I桁の断面図とダイヤルゲージ取り付け位置



・図中において矢印がダイヤルゲージ取り付け箇所である。矢印下の数値は取り付け箇所のひびわれ幅で、()内は新幹線開通前のひびわれ幅である。

3. ひびわれ幅とたわみの測定値、および計算値

計算値を求める場合の列車荷重は、実荷重とし、乗客100%の積載荷重時(軸重18,695t)についての値を求めた。表-2に死荷重、活荷重によるひびわれ幅を、表-3に活荷重によるたわみを示した。

4. 考察

各種ひびわれ幅推定式による計算値と測定値とを図-4に比較して示しているが、このなかで、Gergely & Lutz式は最大ひびわれ幅を、Rehm-Martin式は限界ひびわれ幅を表わしている。そのほかのものは平均ひびわれ幅であり、このように、ひびわれ幅の値の要素が違いため、各推定式による値には差異があるが、実測値とそれらと比較してみると、Rehm-Martin式を除くすべての式は測定ひびわれ幅よりも小さい。実際のひびわれは、荷重載荷だけでなく、気象条件や環境条件などの複合的な要因で発生するので、推定式によるひびわれ幅よりも大きくなるものと思われるが、限界ひびわれ幅に対して各測定の値は小さいので、安全性に対しては何ら影響がないものと考えられる。

スパン中央の活荷重によるたわみ量は、設計断面計算値よりも測定値のほうが小さい。計算時での曲げ剛性EIが実際の構造物のEIよりも小さいためと考えられるが、これは、軌道スラブや路盤コンクリートその他有効断面として作用するコトによるものと考えられる。これらを考慮した断面について計算した値は、測定値よりも小さくなるが、これには、有効断面についてひびわれの影響が考えられる。このことから、有効断面のとり方については今後も検討が必要であると思われる。

ひびわれ調査によれば、内側桁に比べ外側桁はひびわれが多く発生している。桁のひびわれは、活荷重載荷前にすでに多く発生しており、その大部分が型枠取りがずし時に死荷重によって生じたものと思われる。外側桁は死荷重の荷重分担が大きいので、ひびわれが多いと考えられる。ここで、たわみ計算にもとづいてひびわれ発生前後の曲げ剛性の変化を求めると、表-4に示すようであるが、これによれば、ひびわれ発生によって約8% EIが低下することになる。これを外側桁、内側桁に分けて考えてみると、内側桁に比べ外側桁のほうが約8%ほど減少率が大いことがわかり、EIの減少はひびわれの発生状況に関連していることがわかる。

5. あとがき

この研究は、記名者のほか、国鉄盛岡工務局 技術管理課の方々、東北大学工学部土木工学科 構造工学実験室の方々、東北学院大学工学部土木工学科 研究生 菅原正道、学生 佐々木甚彦が行なったものである。

表-2 死荷重、活荷重によるひびわれ幅

CP-110(ゲリス)

桁	測定の距離	測定値 mm			計算値 mm			
		w ₀	w ₁	w	死荷重	死+活重		
I	1	1.05	0.10	0.0032	0.1032	0.0170	0.0245	
	2	4.01	0.15	0.0091	0.1591	0.0567	0.0759	
	3	7.29	0.15	0.0098	0.1598	0.0704	0.0919	
	4	12.87	0.10	0.0043	0.1043	0.0202	0.0285	
II	5	1.07	0.10	0.0022	0.1022	0.0121	0.0228	
	6	5.87	0.08	—	—	0.0502	0.0809	
	7	7.39	0.10	0.0165	0.1165	0.0516	0.0816	
	8	12.30	0.15	0.0035	0.1535	0.0212	0.0395	
上り	III	1	0.85	0.18	—	—	—	—
		2	4.45	0.08	0.0141	0.0941	0.0442	0.0726
		3	7.05	0.15	0.0138	0.1638	0.0517	0.0815
		4	12.63	0.20	0.0027	0.2027	—	—
	IV	5	1.78	0.25	0.0039	0.2539	0.0290	0.0405
		6	5.29	0.10	—	—	0.0653	0.0891
		7	7.05	0.15	0.0113	0.1613	0.0699	0.0913
		8	13.18	0.12	—	—	—	—

- ・測定値 w = w₀ + w₁ (w₀:測定開始直前のひびわれ幅, w₁:列車荷重によるひびわれ幅増加分)
- ・上り測点1,4,8はウエア部分の測定
- ・上り,下り測点6は配線不備のため測定不能

表-3 活荷重による桁中央のたわみ

桁	測定値	計算値		
		設計断面	設計+付加断面	
下り	I	0.695	1.418	0.679
	II	0.942	1.791	0.876
上り	III	1.025	1.791	0.876
	IV	0.737	1.418	0.679

・付加断面とは、軌道スラブ、路盤コンクリートなどを示す。

図-4 I桁の死荷重+活荷重によるひびわれ幅(各推定値との比較)

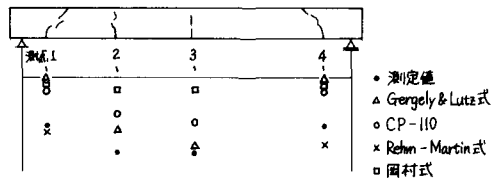


表-4 曲げ剛性の変化(桁平均的なもの)

	EI	百分率
ひびわれ発生前	1 689 000 t ² m ⁴	100 %
ひびわれ発生後	1 553 000	91.9
外側桁	1 526 000	90.3
内側桁	1 580 000	93.5