

V-41 ひびわれ幅算定に関する提案

J R 東日本 東北工事事務所 正会員○館石 和雄
正会員 石橋 忠良
正会員 津吉 毅

1. はじめに

現在、土木学会標準示方書には次の最大曲げひびわれ幅算定式が示されている。

$$w = k \{ 4 C + 0.7 (C_s - \phi) \} \left(\frac{\sigma_s}{E_s} + \epsilon_{sh} \right) \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 k : 定数（丸鋼 $k=1.3$ ，異径鉄筋 $k=1.0$ ）

C : かぶり C_s : 鉄筋間隔 ϕ : 鉄筋径

σ_s : 鉄筋応力の増加分 E_s : 鉄筋の弾性係数

ϵ_{sh} : 乾燥収縮の影響 (150×10^{-6})

実橋での測定結果と比較して、上式により求められる最大ひびわれ幅計算値はかなり小さめの傾向にあり、特に ϵ_{sh} の値に問題があることが分かった¹⁾。そこで、 ϵ_{sh} の評価手法に新たな工夫を加え、最大ひびわれ幅を算定して実橋による測定結果と比較検討した。

2. ϵ_{sh} の評価手法の提案

ひびわれの発生により新たな乾燥面が出現することにより、ひびわれ断面における乾燥収縮は桁全体でみた場合の挙動とは異なり、ひびわれ断面で細分された小部材としての挙動となるものと考え（図-1）。部材が小さくなると体積と表面積の比が小さくなり、基本乾燥収縮度が大きくなる。図-2において、A曲線を桁全体として進行する乾燥収縮ひずみの経時変化、B曲線をひびわれで分割された部材として進行する乾燥収縮ひずみの経時変化とし、ひびわれ発生後にはひびわれ面でのコンクリートの乾燥収縮がA曲線からB曲線へ近づくように進行するものとする。すなわち図中に示す ϵ_{sh1} をひびわれ発生前に進行する乾燥収縮ひずみ、 ϵ_{sh2} をひびわれ発生後に進行する乾燥収縮ひずみであると考え。式（1）の乾燥収縮の影響 ϵ_{sh} としては、ひびわれ発生材令以降に進行する乾燥収縮ひずみ ϵ_{sh2} を用いるものとする。実際には鉄筋とコンクリートの付着が完全に切れていない区間があるものと考えられ、乾燥収縮によるひびわれ幅への影響度は ϵ_{sh2} より小さくなるものと考えられるが、ここではその影響は無視する。

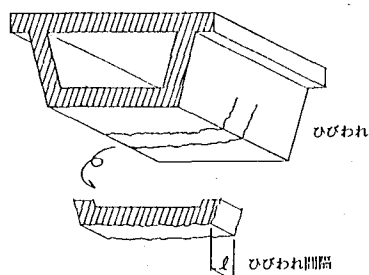


図-1. ひびわれにより分割された部材の考え方

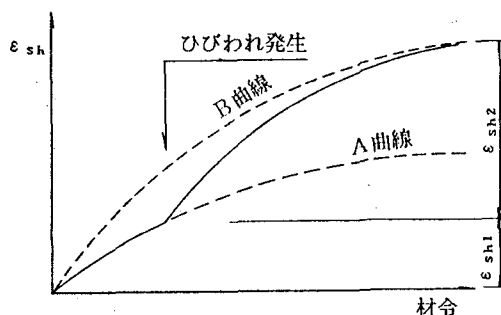


図-2. ひびわれ発生後の乾燥収縮度の経時変化モデル

3. 乾燥収縮度の計算

文献1)に示す単線1室箱桁(A1桁)、複線2室箱桁(B1桁、B2桁、C1桁、C2桁)の5連のアウトケーブルPRC桁について、上記の考え方によりひびわれ発生後に進行する乾燥収縮度を計算した。ひびわれ発生材令は、すべての桁について一様に支保工撤去時とした。また、乾燥収縮度の算定は文献2)によった。箱型断面の内空表面積は0.5倍して外表面積に加えて求め、湿度は、60%と70%の2通りを考えた。ひびわれ間隔は $4C+0.7(Cs-\phi)$ とした。

乾燥収縮度の計算結果を表-1に示す。ひびわれ発生後に進行すると考えられる乾燥収縮ひずみは300~400 $\times 10^{-6}$ 程度となる。また図-2からもわかるとおり、この値はひびわれ発生材令が早いほど大きな値となるが、今回測定した桁では

表-1. 乾燥収縮度の計算値

ひびわれ発生材令(支保工撤去時の材令)が20日以降と比較的遅いため、ひびわれ後に進行する乾燥収縮ひずみにそれほど大きな差は生じていない。

	A1桁		B1桁		B2桁		C1桁		C2桁	
ひびわれ発生材令	23		49		134		50		100	
湿度(%)	60	70	60	70	60	70	60	70	60	70
$\epsilon_{sh1}(\times 10^{-6})$	140	77	203	116	280	160	219	131	277	166
$\epsilon_{sh2}(\times 10^{-6})$	454	368	403	368	353	324	417	356	359	321

4. 最大ひびわれ幅の計算値と実測値との比較

表-2に最大ひびわれ幅の計算値を示す。鉄筋応力度増加量は、ひびわれ発生時点までに生じるコンクリートの乾燥収縮による鉄筋反力を考慮し、引張部コンクリートを無視して求めた。B2桁を除いて、湿度70%としたときの計算値は実測値とよく一致しており、また湿度60%としたときの計算値は実測値を上回っている。

表-2. 最大曲げひびわれ幅の計算値

	A1桁		B1桁		B2桁		C1桁		C2桁	
$4C+0.7(Cs-\phi)$ (mm)	319		232		232		232		232	
湿度(%)	60	70	60	70	60	70	60	70	60	70
$\epsilon_{sh}(\times 10^{-6})$	454	368	403	368	353	324	417	356	359	321
σ_s (kg/cm ²)	874	795	942	803	1275	1079	958	824	1253	1093
w(mm):計算値	0.28	0.24	0.20	0.17	0.22	0.19	0.20	0.17	0.22	0.20
w(mm):実測値	0.25		0.15		0.25		0.15		0.20	
計算値/実測値	1.12	0.96	1.33	1.13	0.88	0.76	1.33	1.13	1.10	1.00
w(mm):学会式	0.18	0.17	0.14	0.12	0.18	0.15	0.14	0.13	0.17	0.16

5. まとめ

- ・今回検討対象にしたアウトケーブルPRC桁の場合、曲げひびわれ幅算定式における乾燥収縮度の影響 ϵ_{sh} は300~400 $\times 10^{-6}$ 程度となった。
- ・曲げひびわれ幅に及ぼす乾燥収縮度の影響として、ひびわれにより分割された小部材の乾燥収縮度を用いることにより、曲げひびわれ幅算定値は実橋での測定結果と比較的よく一致することがわかった。

乾燥収縮度の影響を300~400 $\times 10^{-6}$ 程度としなければ実測値と計算値により一致がみられないことから、ひびわれ幅に及ぼす乾燥収縮度の影響は非常に大きいことがわかる。実橋における乾燥収縮度の値はかなり大きいという報告⁴⁾もあり、より精度のよい乾燥収縮度評価手法の確立がのぞまれる。

参考文献

- 1) 津吉, 石橋他; PRC桁のひびわれ調査結果について, 土木学会東北支部年次講演会, 1990, 3
- 2) 阪田, 綾野; コンクリートの乾燥収縮ひずみ予測式の提案, セメントコンクリート論文集, No.43 1989
- 3) PRCけた設計指針(案), 東日本旅客鉄道(株), 1987, 2
- 4) 石橋, 浦野; PRC桁の実橋測定とその考察, プレストレストコンクリート, Vol.29, No.2, 1987, 3