

3. 主桁応力状態のモニタリング

(1) 主桁ひずみの変動

主桁ひずみと温度計測結果から、センサの温度補正をした例を図-2に示す。なお、光ファイバセンサによる計測は連続ではなく、間欠的な測定である。また、グラフ図中にはひずみの変化をsin関数で近似した結果を併記した。年間の主桁ひずみには、いずれのセンサにも温度変化による季節変動が見られた。本橋のようなラーメン構造の橋では主桁の温度伸縮が中間橋脚で拘束される事による拘束ひずみが発生するが、解析結果によると本橋の環境条件である約20±18℃の温度変化では、下床版の橋軸方向に約±20μεのひずみが発生する。

(2) 各種センサの近似関数パラメータ

計測ひずみのsin関数の近似式を式-1に、計測ひずみを用い、モニタリングの管理値と比較する場合の補正式を式-2に示す。また、式-1中のパラメータで、年間のひずみ変動幅を示すaと、長期のひずみ変動傾向を示すdについて各種センサで比較した結果を表-2に示す。

表-2から、標点距離が長いセンサの年間の変動幅aは、上記の温度拘束ひずみの解析結果と良く合致するものが多い。また、dの値から長期のひずみ変動を推定することができるが、一部を除きdの値は0であった。

$$C\epsilon = a \cdot \sin((x+b)/c) + d \cdot x - e_1 \quad \text{(式-1)}$$

$$C\epsilon_c \geq C\epsilon_M - e_2 \quad \text{[OK]} \quad \text{(式-2)}$$

ここに、 $C\epsilon$: sin関数で近似したひずみ (με)
 $C\epsilon_M$: 計測ひずみ (με), $C\epsilon_c$: 管理ひずみ (με)
 x : 計測期間 (日), a : 年間のひずみ変動幅 (με)
 b : 計測開始時期のずれ (温度20℃となる春頃との差: 日)
 c : ひずみ変動周期 (365.25・2π), d : 長期変動係数 (με)
 e_1 : 本計測では温度20℃時の計測ひずみ
 e_2 : 計測開始時の初期ひずみ (例えば、設計計算書の全死荷重時のひずみや残存プレストレス力の調査結果に基づくひずみ)

式-2中の計測ひずみ $C\epsilon_M$ は、橋軸方向ひずみから鉛直方向ひずみを減じて温度補正したものである。計測ひずみ $C\epsilon_M$ から計測開始時の初期ひずみ e_2 を減ずることで、管理値 $C\epsilon_c$ と直接比較することができる。管理値には、例えば引張域の境界となる0μεや、ひび割れ発生限界ひずみなどが挙げられる。

4. まとめ

本計測結果では、各種ひずみセンサにそれぞれ固有の温度変化が見られた。モニタリングに使用するセンサは、センサ自身の温度変動や長期ドリフトは小さいものが望ましく、ある程度標点距離の長いセンサを用いる必要があるといえる。また、計測開始時の初期ひずみの考え方を導入することで管理値との比較が容易になる。

参考文献

- 1) 広野邦彦, 横山和昭, 和田圭仙, 浅野貴弘: 既設PC箱桁橋における主桁応力状態のモニタリング検討, 土木学会第76回年次学術講演会, CS9, 2021. 9.

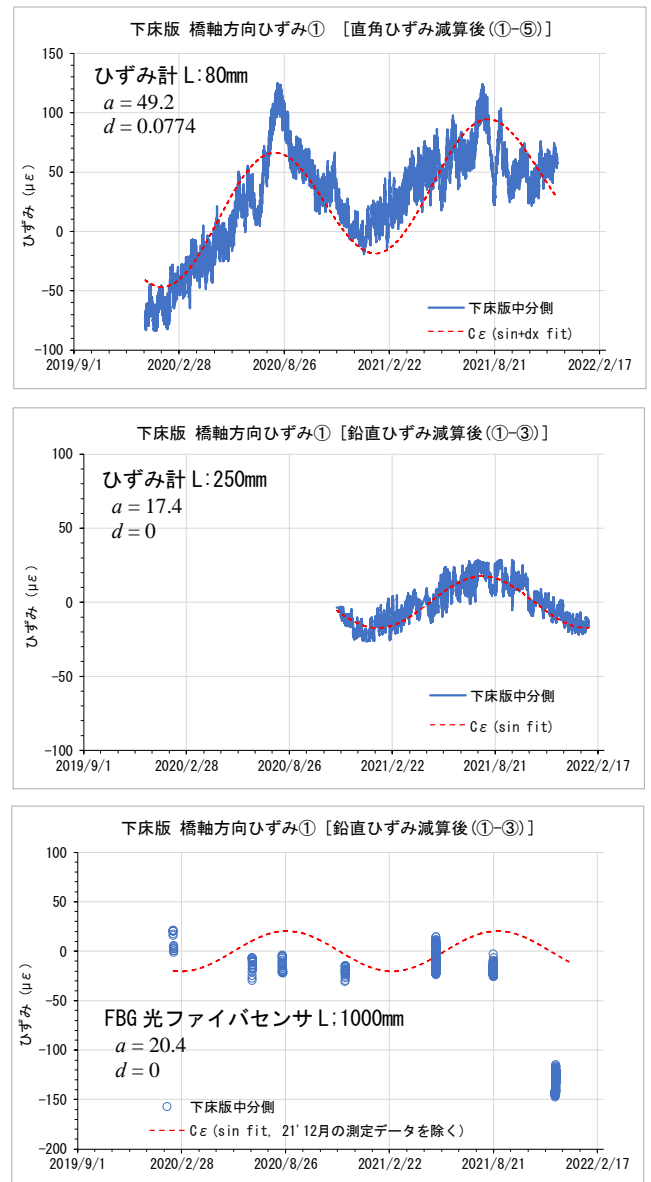


図-2 主桁ひずみの温度補正後のデータ例

表-2 各種センサの式-1のパラメータ比較

センサタイプ	標点距離 (L: mm)	測定位置 (P2-A2間)	パラメータ (με)		備考
			a	d	
ひずみ計	80	中分側	49.2	0.0774	
		路肩側	45.6	0	
	100	中分側	118.7	0	計測期間が短い ため参考値
	250	中分側	17.4	0	
FBG光ファイバセンサ	1000	中分側	20.4	0	21年12月計測 データを除く
		路肩側	3.9	0	〃