

コンクリート構造物の健全度評価手法に関する研究

北海道開発土木研究所 正会員 ○佐々木慎一、正会員 田口史雄、正会員 嶋田久俊
ハザマ 技術研究所 正会員 前田信行、正会員 山下英俊

1. はじめに

コンクリート構造物を適切に維持管理するためには、構造物の健全度を正確に評価し、その結果に基づいて有効な対策を施すことが重要である。近年、構造物などの挙動を長期モニタリングする技術として光ファイバセンサを用いたシステムの開発が行われ、変状などの計測に利用されている。本文では、コンクリート構造物の健全度を評価する際の手法として有効と思われる、光学ストランドを用いたコンクリート橋梁の挙動モニタリングについて、載荷試験での適用事例を報告する。加えて、デジタル画像によるひび割れ調査、超音波伝播速度による調査データとの組み合わせによる評価についても検討を行った。

2. 健全度評価手法の概念

コンクリート構造物の健全度評価は、多くの場合、簡便な目視調査や材料劣化が主体であり、その結果に基づいて評価がなされていた。しかし、材料の劣化によって構造物の荷重による挙動や構造的な特性が変化すると考えられるため、健全度を評価する場合、材料の劣化と荷重による挙動の変化について検討する必要がある。両者の間には密接な相関があるものと考えられる。

そこで、コンクリート橋梁において、材料および橋梁の挙動の変化に関する調査を行い、それらの関連性を含めた総合的な健全度評価を行う目的で、図-1に示すようなフローを作成し調査を行った。材料の劣化調査は、非破壊で簡易に実施できる方法として、デジタル画像によるひび割れ調査と超音波伝播速度法により行う。橋梁の挙動測定は、簡易に安定して測定できる方法として、光ファイバのより線である光学ストランドを用いた計測システムを使用し、載荷試験により把握する。そして、それらの関連性について検討し、橋梁の健全度について評価する。

さらに、これらの調査を長期に亘り継続的に行うことで、橋梁の健全度の経年的な変化を捉え、適切な維持管理を行うことができると考える。

3. 試験・調査概要

本試験・調査は、RC床版非合成桁橋と3径間連続PCホロー桁橋で行ったが、本報告ではPCホロー桁橋について記述する。材料の劣化調査として、桁表面の超音波伝播速度の測定およびデジタル画像によるひび割れ調査を行った。挙動の調査として、荷重車を用いた載荷試験を行った。

- 超音波伝播速度測定：超音波速度測定機を用いて、支間中央部において桁表面（15cm×60cmの領域）の伝播速度の分布を測定した。
- ひび割れ調査：530万画素のデジタルカメラを用いて、桁コンクリートの表面を撮影し、それらの画像からひび割れを抽出し、ひび割れマップを作成した。

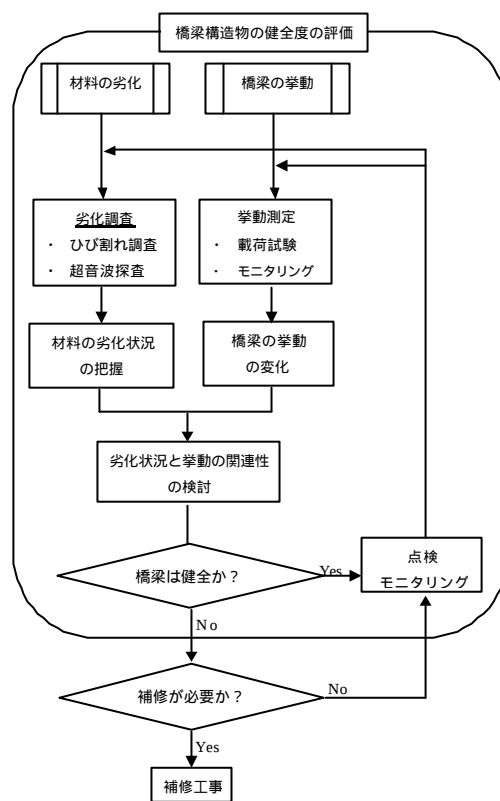


図-1 健全度評価のフロー

キーワード：維持管理、光ファイバ、光学ストランド、ひび割れ、超音波伝播速度

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34、TEL 011-841-1719、FAX 011-837-8165

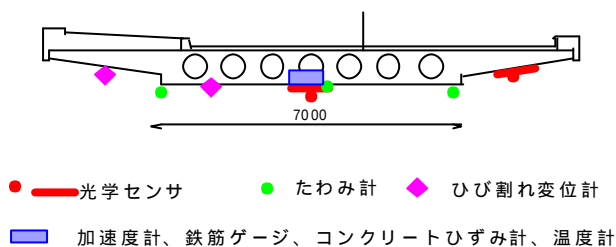


図-2 載荷試験におけるセンサ設置位置

c) 載荷試験：支間中央部に光ファイバセンサ、たわみ計、鉄筋ひずみ計、コンクリート表面ひずみなどを設置し、荷重車（200kN）による静載荷、走行載荷時の桁の挙動を動的に測定した。センサの設置位置を図-2に示す。試験は、速度0、20、40 km/hで走行車線または追越車線を通行することとし、合計で6ケース行った。

4. 結果および考察

a) ひび割れ調査：支間中央付近ではひび割れは少なく、桁の支点付近でひび割れが多く見られた。また、比較的連続性の高い橋軸方向ひび割れが確認された。

b) 超音波伝播速度の測定：桁表面の超音波伝播速度の分布はほぼ一様で、概ね 4000 m/sec 程度であり、健全なコンクリートと同程度の値であった。

c) 載荷試験：速度 40 km/h での測定結果を例として図-3に示す。車両通行時の測定データの変化状況を比較すると、光学ストランドによる変位とたわみ、鉄筋ひずみおよびコンクリートひずみの変化状況がよく一致していた。それぞれの

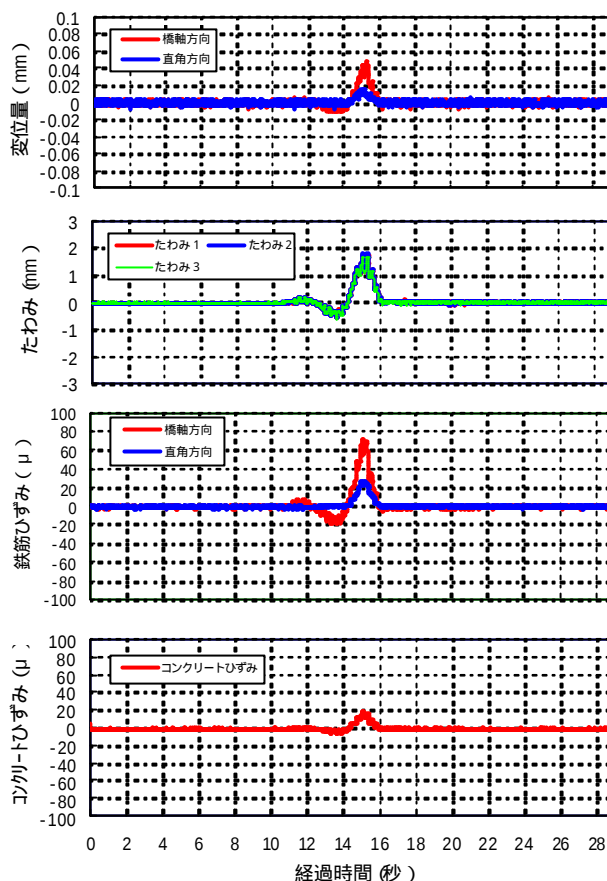


図-3 載荷試験の結果（40km/h）

表-1 載荷試験における測定結果

		光学ストランドの変位				たわみ			鉄筋ひずみ		コンクリートひずみ
		本体		張出							
		橋軸	直角	橋軸	直角	1	2	3	橋軸	直角	
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	μ	μ	
走行車線	0km/h	0.050	0.027	0.029	0.010	1.8	1.8	1.6	78	30	19
	20km/h	0.042	0.019	0.025	0.009	1.6	1.6	1.5	70	27	20
	40km/h	0.050	0.018	0.015	0.008	1.8	1.8	1.7	72	27	21
追越車線	0km/h	0.055	-0.008	0.037	0.019	1.7	2.1	2.9	82	-17	22
	20km/h	0.034	-0.012	0.024	0.015	1.1	1.4	2.0	57	-13	14
	40km/h	0.045	-0.016	0.036	0.006	1.3	1.7	2.4	65	-16	16

載荷条件において、各センサによる測定データのピーク値を表-1に示す。これらの値は荷重車の速度にかかわらずほぼ等しいことから、0～40 km/h 程度の速度では、桁の挙動の速度依存性はないと考えられる。

5. まとめ

a) 計測システムの適用性：光ファイバセンサにより測定された変位は従来のセンサで測定したたわみ、鉄筋ひずみ、コンクリートひずみと相関が高く、桁の挙動測定法として有効であると考えられる。また、光学ストランドを用いた本システムは、従来の測定機器と比較して、センサが容易に設置できること、長期耐久性に優れていること、2 m 区間の平均的な変位を測定するために、桁の全体的な挙動を捉えていることなどの特長がある。今後は、構造物の長期にわたるモニタリングに対する適用性について検証していく。

b) 材料の劣化状況と桁の挙動：材料の劣化状況と桁の挙動については、今回の測定は第1回目であり、今後の継続的な調査の初期値となり得るものである。今後の測定によりデータを蓄積して、それらの相関について検討するとともに、当橋梁の健全度評価を行う計画である。