

単独塔を有する鋼床版斜張橋の損傷が部材に及ぼす影響解析

(財) 海洋架橋・橋梁調査会 フェロー ○吉田 好孝 国土交通省 道路局 正会員 伊勢田 敏
(財) 海洋架橋・橋梁調査会 正会員 山口 和範

1. 目的

既設の鋼橋において、近年、鋼床版の疲労亀裂（写真－１）、あるいは斜張橋ケーブルの損傷（写真－２）など、維持管理上深刻な劣化や損傷が見られ始めている。鋼斜張橋に関して、このような損傷が発生したり、さらに損傷が伸展した場合の各部材への影響度については、十分な検討がなされていないのが現状である。これらの状況を踏まえ、単独１本塔を有する仮想の鋼斜張橋を対象として、鋼桁及びケーブルの損傷を想定した静的骨組み解析モデルにより、損傷が斜張橋の各部材に与える影響を解析した。

2. 検討条件

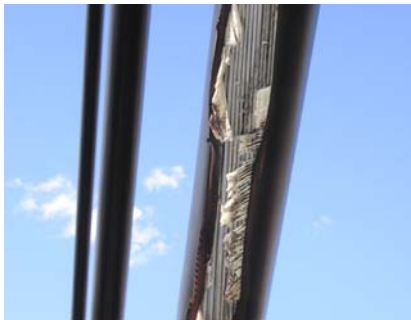
解析の対象とした橋梁型式は、単独塔を有するハープ型２径間連続鋼床版鋼箱桁斜張橋とした。その基本寸法を表－１に、損傷の部位および程度を表－２に、解析モデルの概要を図－１に示す。載荷状態はD+L+SD とし、SD（支点変位）は塔部直下の基礎が鉛直方向に $\delta v=10\text{ cm}$ 沈下することを想定した。

表－１ 解析モデルの橋梁基本寸法

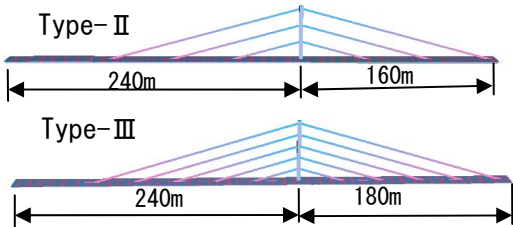
解析モデル名	橋長 (m)	支間割り (m)	ケーブル 段数 (段)
Type-Ⅰ	300	180+120	3
Type-Ⅱ	400	240+160	3
Type-Ⅲ	420	240+180	5



写真－１ 鋼箱桁橋の鋼床版疲労亀裂補修

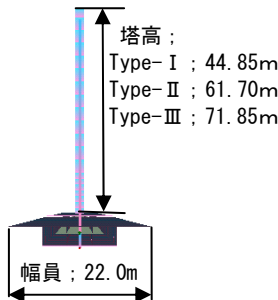


写真－２ 車両衝突による斜張橋
ケーブルの損傷



表－２ 損傷の想定部位と程度

損傷の 略称	損傷の想定部位	損傷の程度	
		断面欠損率 (%)	延長 (L) (m)
U 2 0	鋼床版、 桁中間部または塔付き部	5 0	2 0
U 2	鋼床版、 桁中間部または塔付き部	5 0	2
L 2 0	主桁下フランジ、桁中間部または塔付き部	5 0	2 0
L 2	主桁下フランジ、桁中間部または塔付き部	5 0	2
C 1 0	上段ケーブル	1 0	—
C 3 0	上段ケーブル	3 0	—



図－１ 解析モデル

注－１ 桁中間部：鋼床版または桁下フランジの損傷位置は桁曲げモーメントの大きな箇所

注－２ 塔付き部：鋼床版または桁下フランジの損傷位置は塔側の桁端部

3. 解析結果

3. 1 鋼床版の損傷による影響

桁中間部の鋼床版が断面欠損を生じた場合、桁の曲げモーメントに与える影響を図－２に示す。Type-Ⅱ（３段ケーブル）における比較では、鋼床版が長さL＝2mの範囲で断面欠損率50%の場合、桁の曲げモーメン

キーワード 鋼斜張橋， 鋼床版， ケーブル損傷， 断面欠損， 鋼部材の損傷， 維持管理

連絡先： 〒112-0004 東京都文京区後楽 2-2-23 海洋架橋・橋梁調査会 TEL：03-3814-8439 FAX：03-3814-8437

ト分布は健全な Type と殆ど差が見られない。しかし断面欠損の範囲が $L=20\text{m}$ に及ぶと、桁長 100m 程度にわたって桁曲げモーメント分布の変化が見られ、桁曲げモーメントの低下率は最大 4.4% となる。桁の鉛直変位については、健全な橋梁の変位量を $Y=0$ (X軸) とした場合の各 Type の変位量を図-3に示す。Type-II で損傷範囲 $L=20\text{m}$ の場合、損傷部の中間位置で $\delta=25\text{mm}$ であるが、 $L=2\text{m}$ では $\delta=3\text{mm}$ となる。

同様の橋梁規模で Type-III (5段ケーブル) の場合は、多段ケーブル配置のために桁曲げモーメントそのものが小さいが、桁曲げモーメントの低下率は 5.4% 、桁の鉛直変位は $L=20\text{m}$ で $\delta=17\text{mm}$ である (図-2、図-3)。

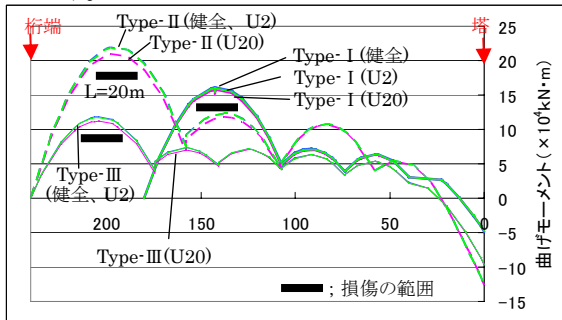


図-2 桁曲げモーメント (鋼床版損傷、桁中間部)

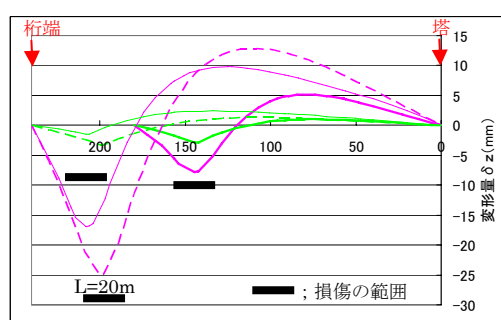
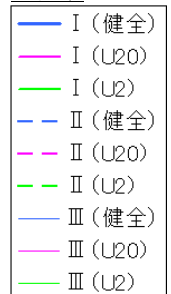


図-3 桁鉛直変位 (鋼床版損傷、桁中間部)

凡例:



注-3 凡例は図-2
～5に共通

3. 2 桁下フランジの損傷による影響

桁下フランジは、一般に腐食による損傷が生じやすい部位であり、特に桁端部においてその傾向が著しい。桁下フランジに断面欠損を生じた場合の鉛直変位に関する解析結果を図-4に示す。損傷範囲 $L=20\text{m}$ のケースの変位量が大きく、Type-II で $\delta=5.5\text{mm}$ 、Type-III で $\delta=4.2\text{mm}$ である。最大変位の発生箇所は、桁端部から $40\sim 50\text{m}$ の位置に生じている。この時の塔曲げモーメントについては、塔基部で大きな増加が生じる。その増加率は Type-I で約 30% 、Type-II で約 43% に達している (図-5)。

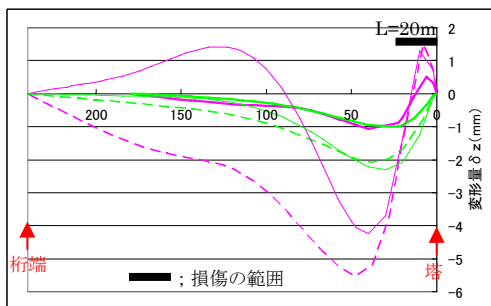


図-4 桁鉛直変位 (下フランジ損傷、塔付き部)

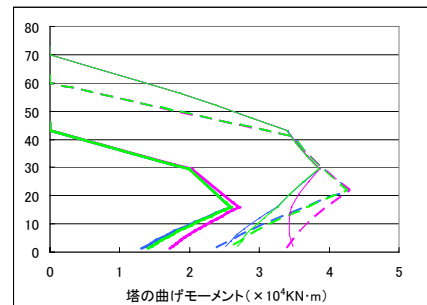


図-5 塔曲げモーメント (下フランジ損傷、塔付き部)

3. 3 ケーブルの損傷による影響

ケーブルの損傷による桁鉛直変位の変化を図-6に示す。ケーブル断面欠損率 30% では、変位最大は Type-II に生じ、 $\delta=138\text{mm}$ である。次いで Type-III が $\delta=122\text{mm}$ を示している。ケーブル断面の欠損率 10% と 30% の比較では、Type-II では 10% 欠損の場合は 30% 欠損の約 $1/3.7$ 、Type-III では $1/3.0$ である。

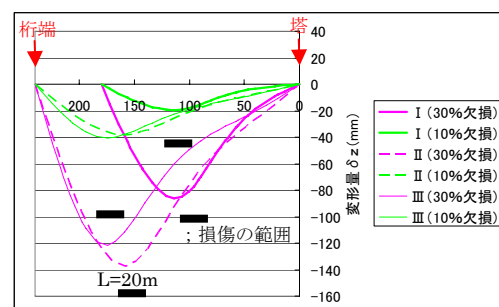


図-6 桁鉛直変位 (長支間側最上段ケーブルの断面欠損)

4. 維持管理上の着目点

- 1) 桁の損傷の影響は桁の変位として現れ、例えば鋼床版損傷の範囲が大きいと数 cm の変位量となる。
- 2) 桁の損傷は塔曲げモーメントに影響を与え、例えば下フランジが大きく損傷すると、塔基部の曲げモーメントは約 $3\sim 4$ 割程度増加する。
- 3) ケーブルの損傷は桁に大きな変位を生じさせる。長支間側の最上段ケーブルに 30% の断面欠損があった場合、Type-II で桁の鉛直変位は約 14cm になる。