

# 鈑桁橋のリダンダンシーに関する一考察

新日本技研(株)・西部支社 設計部 ○村上 陽子 ， 同・東京支社 設計部 小菅 匠  
 同・西部支社 設計部 高 龍 ， 同・東京支社 設計部 徳力 健

## 1. はじめに

コンクリート系の床版を有する鋼 I 桁橋(以下、鈑桁橋)において、何等かの不測の事態により供用荷重のもとで一部の主桁が破断したときの耐荷力の余剰性を吟味する。公の基準に従って設計・製作・施工された道路橋の中で最も基本的な形式である鈑桁橋に対して、このような想定を行うことには抵抗を覚えるが、過去にこの種の事故が全く無かったわけではない。そのため、万一に備えてできるだけリダンダンシーのある橋梁の計画を行うことが大切である。また床版の合成・非合成、適切な主桁本数あるいは床版の打換えの可否に関する議論が残っており、これらの課題に対し多少なりとも参考になれば幸いである。

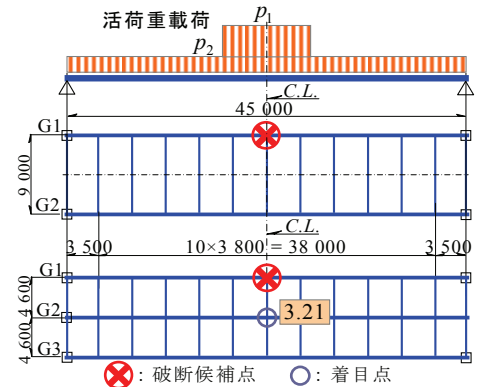


図-1 単純桁の骨組図

## 2. 計算対象と計算前提

図-1の単純桁と図-2の連続桁および図-3の2主桁と3主桁の違いを、次の計算前提のもとで比較する。なお、活荷重合成の格子桁構造として計算する。

### 1) 床版形式は主桁作用に有利な縦置き

I 形鋼格子床版<sup>1)</sup>(以下、IB 床版)とし、支間部の最大曲げの発生点近傍で活荷重載荷時に主桁が破断するとする。すなわち、鋼桁に亀裂が発生し、その位置で床版もヒンジ化して曲げ耐力を失うとする(図-4(a))。

また、初めに外桁が破断するものとする。

(\*)縦置きIB床版では主鋼材が橋軸方向を向き、また中間支点部の負の曲げ領域ではひび割れに備えて更に補強しているため、万一鋼桁上縁に亀裂が発生しても桁が破断するほど進展することは考えにくい(図-4(b))。また曲げの交番部に亀裂が発生しても耐荷力に与える影響は小さいので、亀裂は支間部の最大曲げ発生位置とした。

(\*)床版のねじり剛性を考慮すると破断後の主桁の応力が3%前後低下する。また床版の塑性曲げ抵抗や床版が一体であることによるそりねじり抵抗も有り得るが、何れも無視して計算する。

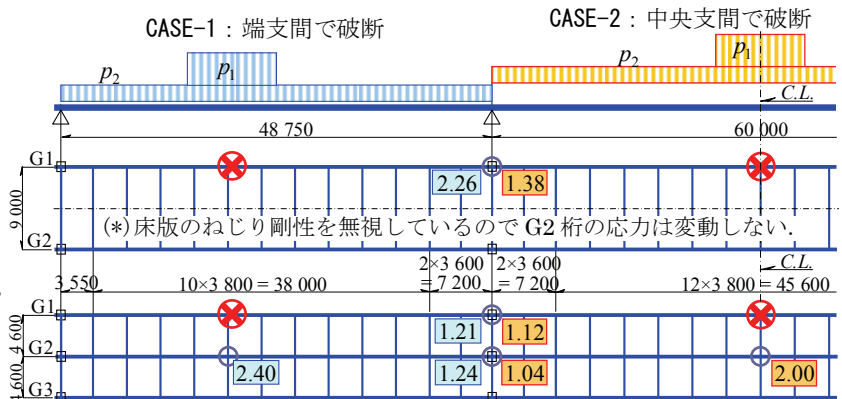


図-2 3径間連続桁の骨組図

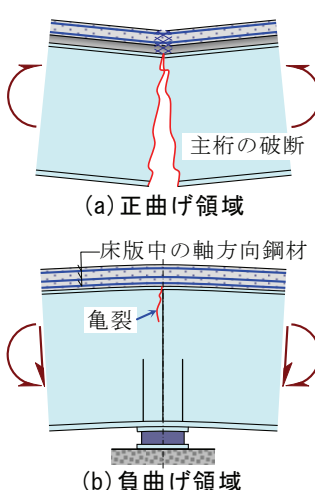


図-4 主桁の損傷

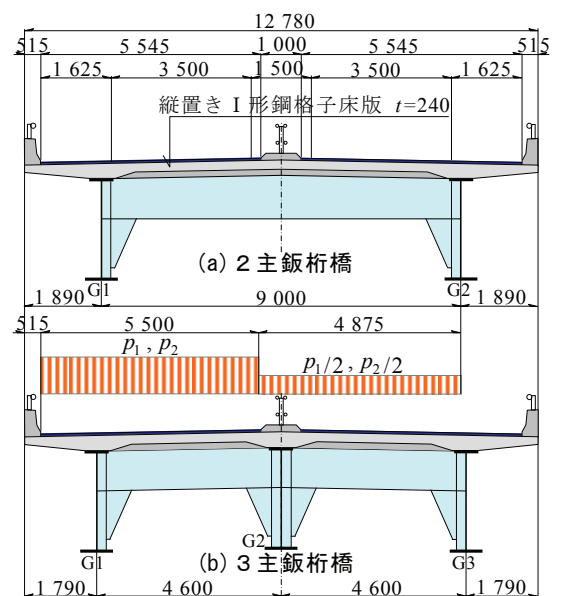


図-3 鈑桁橋の横断面図

2) 活荷重は破断を起こす支間にのみ載り、破断点に最大曲げを発生させるように作用するとする。その活荷重は道路橋示方書のL荷重とし、主桁本数に関わらず図-3の偏載状態とする。

(\*)L荷重載荷を破断発生支間に限定しても、設計荷重レベルの活荷重が載ることは非常に稀で、これまでの事故もそれほどの活荷重が載らずに発生したと思えるが、ここではひとまず設計活荷重を用いることにした。

### 3. 計算結果

主桁が破断する直前の合成桁の応力状態は、クリープ・乾燥収縮が終了し、連続桁においては中間支点部の床版コンクリートがひび割れてコンクリート応力が解放された状態とした。

(1) 図-1 に単純支間の鈹桁橋の骨組図を示したが、2主桁では主桁の破断は落橋に直結する。このため2主鈹桁を嫌う向きがあり、“3主桁以上であれば1本の主桁が破断しても残りの複数の主桁で安定を保つので安心”と主張する。しかし現実には3主桁でも外桁が破断すると中桁の負担が急増する。図-1 にその計算結果を示す。着目点の脇の枠付きの数値がそれで、主桁下縁応力度の当初設計値から変動率を表す。G1桁が破断するとG2桁の

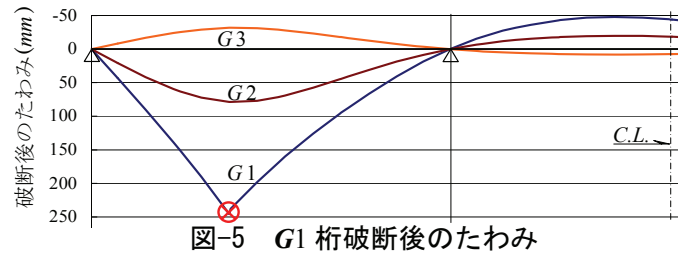


図-5 G1桁破断後のたわみ

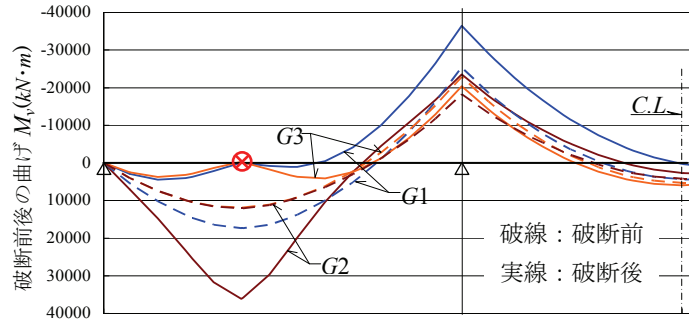


図-6 G1桁破断前後の曲げモーメント  $M_y$

中央点の下縁応力度は設計値の3.2倍に増加し、主桁の耐力を遥かに超えるので連鎖的に損傷が進行する結果となる。単純桁では3主桁にしてもリダンダンシーがあるとはいえない。

(2) 連続桁であると主桁が1箇所破断したとき2主鈹桁でも構造上は安定である。図-2 に、図-1 の場合と同様に主桁が1点で破断したときの変動率を示す。CASE-1 は端支間(片方のみ)で主桁が破断した場合で、着目点脇の青枠内に変動率を示す。CASE-2 は中央径間中央点で破断した場合で、赤枠内に変動率を示す。

- ・ 2主桁では、破断した主桁の中間支点上の負曲げが増加し、変動率は2.3~1.4となり、引き続き損傷が進展する可能性はあるが、単純桁に比べるとかなり改良される。
- ・ 3主桁であると、破断した桁の中間支点上の変動率は1.2~1.1程度と2主桁に比べて低下するものの、中桁の正曲げの変動率は2.4~2.0となり、外桁に引き続いて中桁も損傷する可能性が高い。もし中桁も破断すると2主桁の場合より状態が悪くなると考えられる。参考として3径間連続3主鈹桁橋のCASE-1に関して、図-5 に破断後のたわみ、図-6 に破断前後の曲げモーメントを示す。

以上のように、2主桁に比べて3主桁が優れるという結果は得られなかった。

### 4. まとめ

少数鈹桁形式は、従来の多主鈹桁形式と比較して、連続桁で平均支間が35m程度以上の範囲で経済的となり、3主桁より2主桁が経済的である<sup>1)</sup>。また、合成桁にすることによってさらに経済性が促進される。ただし、2主鈹桁と合成桁を、代替性や補完性の点で疑問視する意見も少なくないが、ここでの検討から、

- リダンダンシーの点では2主鈹桁も3主鈹桁も変わらず、連続桁化することの方がより重要である。
- 合成桁化の方が、床版が主桁作用に対して有する余剰耐力を引き出せる。

ことが理解できよう。これまでの内外の橋梁の落橋・損傷事故からも、万一の場合にRC系床版に主桁作用を分担させることが重要と教えられている。かつてRC床版の損傷事故が多発し、以来RC系床版は日陰者扱いされてきたが、弱点も大方克服され、これからはむしろ活用する方向で考えるべきではなかろうか。

また、将来の床版の打換えのために3主鈹桁を推奨する意見もあるが、3主桁の連続桁にすると片側通行下での打換えで応力調整が大変煩雑で困難になることを忘れてはならない。連続合成2主鈹桁橋でも形式によっては片側通行下で単純作業によって床版の打換えは可能である<sup>2)</sup>。

#### [参考文献]

- 伏黒・村江・杉山・西川・榎：もう一つの2主鈹桁形式と連続合成桁，鋼構造シンポジウム2005，第13回鋼構造年次講演論文集，2005.11
- 村上・川平・赤松・小菅・高：縦置きI形鋼格子床版を有する合成2主鈹桁橋の床版の打換え，鋼構造シンポジウム2012，第20回鋼構造年次講演論文集，2012.11