

既設ゲルバートラス橋のリダンダンシー評価の検討

長岡技術科学大学	学生員	大森友博
長岡技術科学大学		齋藤幸司
長岡技術科学大学	正会員	岩崎英治
長岡技術科学大学	正会員	長井正嗣

1. まえがき

一昨年、米国ミネソタ州のトラス橋において、部材の破断により橋梁全体が崩壊するという事故が発生した。日本でも、木曽川大橋、本荘大橋において、斜材が腐食により破断するという大きな損傷が発生した。このように、社会基盤構造物の劣化に伴う問題が多くなっており、対策が必要である。木曽川大橋、本荘大橋では、米国ミネソタ州のトラス橋のように橋梁全体が崩壊するという事故には、至っていない。この違いを明らかにするために、リダンダンシー評価が行われている¹⁾。リダンダンシーとは、橋梁のある部材が破断したとしても、その他の部材が破断した部材の断面力を負担することで、橋梁全体の崩壊に至らないことであり、構造に余裕があるということである。米国では、鋼トラス橋のリダンダンシー評価が一般的に行われているが、ミネソタ州のトラス橋崩落事故が発生した。リダンダンシー評価の精度が十分ではないということである。今後、リダンダンシー評価の精度を向上することが必要である。そこで、本報告は、建設後 70 数年経過した橋梁を参照し、5 径間で構成されるゲルバートラス橋を対象にして、構造のモデル化の違いがリダンダンシーの評価結果に与える影響を検討する。



写真-1 参照橋梁の全景

2. 対象橋梁とリダンダンシー評価の方法

(1) 対象橋梁

1937 年に建設された写真-1 のような 13 径間で構成されるゲルバートラス橋の構造諸元をもとにした図-1 のような 5 径間からなるゲルバートラス橋を検討対象とする。この橋梁は 1937 年に建設され、本報告では、昭和 49 年に行われた詳細調査による復元図を基にしているが、その後、補修と補強が繰り返されて、現在に至っている。

(2) リダンダンシー評価の方法

リダンダンシーの評価では、橋梁内のある部材が破断したものととして、取り去り、この部材に作用していた断面力を開放したときに、残りの構造部材が終局状態を迎えるかどうかにより判断する。具体的には、死荷重と破断を想定する着目部材にとって最も不利になる活荷重+衝撃を作用させた状態で、破断想定部材を除去して、残りの構造系の断面力を算出し、個々の部材の終局の照査を行う。破断想定部材を除去し、断面力を開放する際には、永谷ら¹⁾に倣い、破断想定部材に作用していた断面力に、1.854 倍の衝撃を考慮した破断力を残りの構造系に与える。

(3) 部材照査の方法

本報告では、線形解析により得られた部材断面力を元に、各部材の終局状態を判定する¹⁾。各部材の照査には次式を用いる。

$$R = \frac{N}{N_p} + \frac{M_y}{M_{py}} + \frac{M_z}{M_{pz}} \quad (\text{引張の場合}) \quad (1a)$$

$$R = \frac{N}{N_u} + \frac{M_{eqy}}{(1 - N/P_{Ey})M_{py}} + \frac{M_{eqz}}{(1 - N/P_{Ez})M_{pz}} \quad (\text{圧縮の場合}) \quad (1b)$$

ここで、 N , M_y , M_z はそれぞれ、部材に生じている軸力、部材に直交した断面の 2 方向曲げモーメントであり、 M_{eqy} , M_{eqz} は換算曲げモーメントである。また、 N_p , M_{py} , M_{pz} は、全塑性軸力、全塑性曲げモーメント、 N_u は座屈を考慮した終局圧縮強度、 P_{Ey} , P_{Ez} はオイラー座屈強度である。この式により求めた R が 1 以上のときに終局と判定する。

(4) 構造のモデル化

解析に際し、主構、橋門構、横桁、縦桁をすべて梁要素でモデル化する。主構、横桁、縦桁の接続部には

Key Words: トラス橋, リダンダンシー, 構造冗長性

〒 940-2188 新潟県長岡市富岡町 1603-1 TEL 0258-47-9617 FAX 0258-47-9600

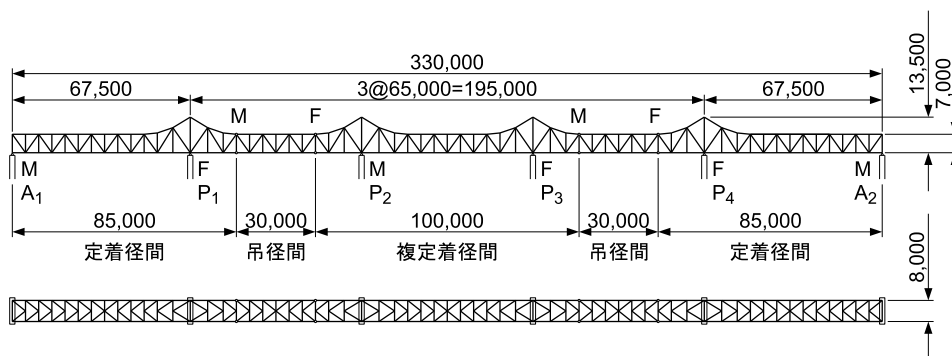


図-1 解析対象橋梁

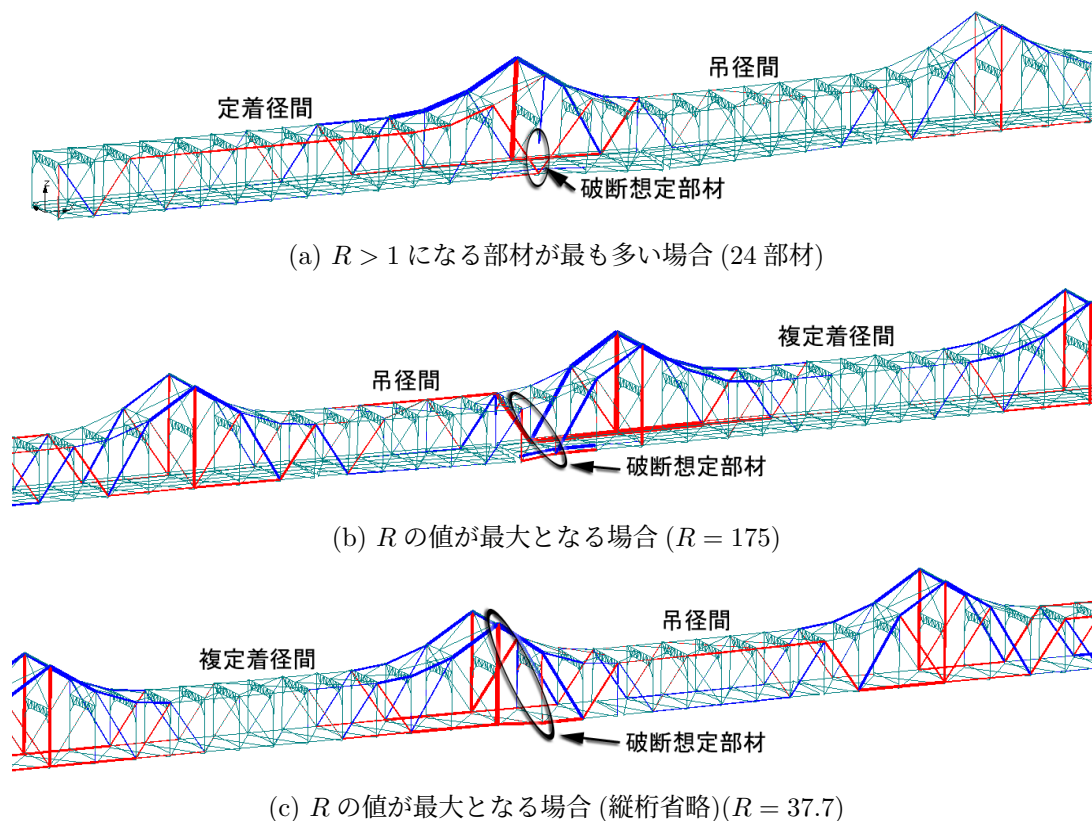


図-2 解析結果

剛体要素を用い、編心を考慮している。また、主構はすべて剛結合としている。本報告では、床版と桁は非合成して扱い、床版を省略し、死荷重、活荷重はすべて、主構の格点部に作用させる。

3. 解析結果

図-2 に、破断想定部材を取り去ったときの結果を示す。図 (a) は、定着径間中間支点の垂直材を除去した場合に、部材照査において R の値が 1 以上となった部材数が最も多く 24 部材となったことを示している。また、図 (b) は複定着径間張出部の斜材を除去した場合に、 R の値が最も大きくなったことを示している。軸力がオイラー座屈強度に近い値となったためにこのような値となっている。

また、縦桁を省略した場合にも $R > 1$ となる部材

数が最も多くなるのは図 (a) と同様であるが、 R の値が最大となる破断想定部材は異なり、図 (c) のようになった。

縦桁の有無による部材断面力の違いは、破断想定部材を撤去前の完全系に比べて、部材を撤去した後の構造系の方が大きくなる傾向にあるために、 R の最大値とそのときの破断想定部材が異なっているものと想像される。これより、リダンダンシーの評価を正確に行うためには、構造系のモデル化が重要と考えられる。

参考文献

- 1) 永谷秀樹, 明石直光ほか: 鋼トラス橋のリダンダンシー評価手法の検討 (その 1,2,3) 土木学会第 63 回年次学術講演会, 1-047,048,049, 2008.9.