

鋼トラス橋のリダンダンシーに関する考察

早稲田大学 学生会員 ○山本 暉
 早稲田大学 学生会員 笠野 英行
 早稲田大学 学生会員 古川 貴之
 早稲田大学 フェロー 依田 照彦

1. 目的

橋梁の構造的な安全性を知る指標の1つとして、リダンダンシーの評価があげられる。本研究では、橋梁のリダンダンシーを定量的に評価するために、FCM (fracture critical member) に着目する。FCMとは、引張力を受ける部材のうち、その部材の欠損が橋梁全体の崩壊に結びつくと予測される部材である。本研究は、3次元 FEM 解析によりトラス橋の FCM を特定することを目的とした基礎的研究である。

2. 解析モデル

解析に用いたモデルを図1に示す。本橋は橋長 324.24m、重量 8740(t)の3径間連続トラス橋である。

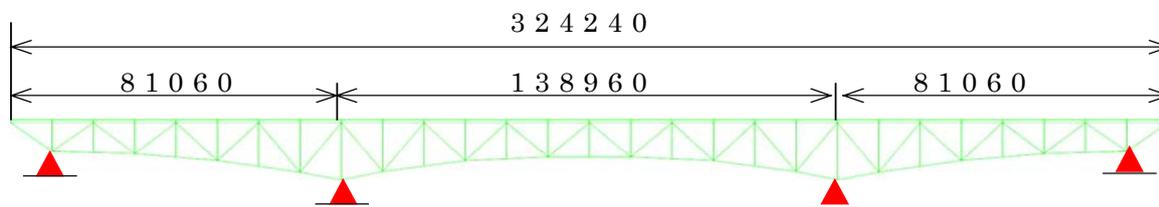


図 1. 解析モデル 単位 (mm)

3. 解析方法

本研究では以下のような手順で解析を行った。

- ① 自重解析により引張力を受ける部材を特定する。
- ② ①で特定した引張部材のうち、1部材が欠損したことを仮定し、1部材を欠損させ自重解析を行う。
- ③ ②により他の部材に生じる応力が降伏応力に達すれば、さらにその部材が破損したと仮定し解析を続ける。
- ④ ③を降伏応力が発生する部材がなくなるまで繰り返す。

ただし、今回は降伏応力を $345(\text{N}/\text{mm}^2)$ として静的線形解析を行った。

4. 解析結果

自重解析によって特定した引張部材を図2に示す。引張部材は60存在するが、本橋は橋軸に関して対称であるため、半分の30部材について検討した。

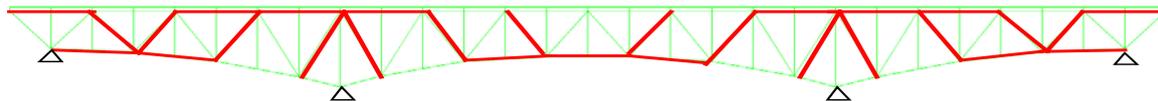


図 2. 引張部材の特定

キーワード：FCM FEM 解析 トラス橋

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 51 号館 依田研究室 Tel 03-5286-3399

30本の引張部材のうち、1部材がそれぞれ欠損したと仮定し、30パターンの解析を行った。1つの部材が欠損した場合に他の部材に生じる応力が降伏応力を超えるパターンは、図3に示す箇所の部材が欠損した場合であり、合計で6パターンであった。

表1に、破損が進行する6パターンについてそれぞれの破損部材数を示す。

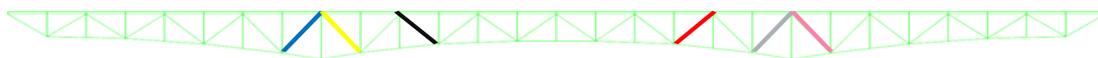


図 3. Assumed Member Failure

表 1. 破損した部材の数

Assumed Member Failure	青	黄	黒	赤	灰	桃
The Number of Consequent Member Failure	9	9	15	7	9	5

図4に、図3の黒色で示した部材が最初に欠損したと仮定し、その影響により15本の部材が破損したときの応力・変形図を示す。また、図5はその拡大図である。残りの部材には全体的に高い応力が発生しているが、降伏応力を超えている部材は存在しない。

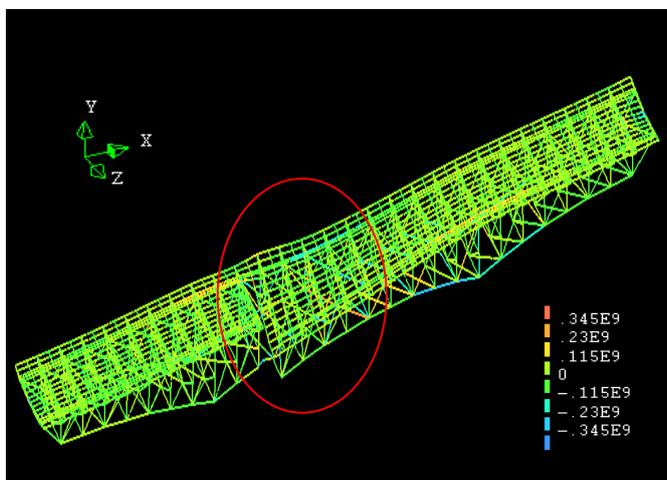


図 4. 応力・変形図 (倍率 10 倍)

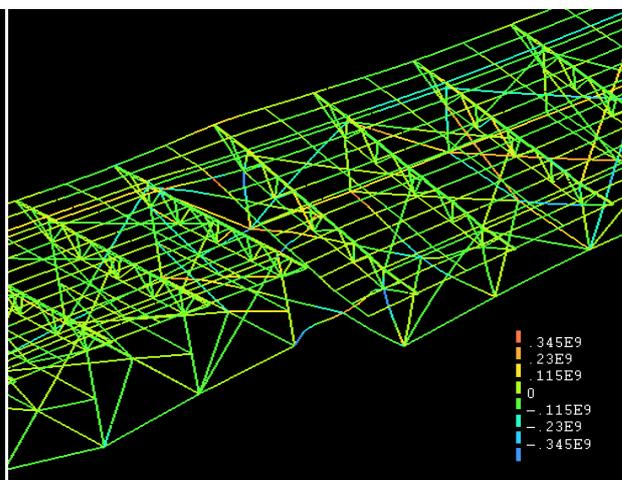


図 5. 破損部の拡大図 (倍率 10 倍)

5. 考察

今回の解析では、30本存在する引張部材のうち、1部材がそれぞれ欠損した30パターンについて解析を行ったが、そのうちの6パターンで他の部材の破損を引き起こした。しかし、最終的に橋梁の崩壊まで結びつくパターンはなかった。したがって、今回の解析モデルおよび解析方法のみでFCMと定義される部材を特定することは難しい。しかし、今回の解析においては、部材の破損時における動的な挙動を考慮していない。部材が破損する際の動的な効果を考えた場合、他の部材に生じる応力は、今回の解析で得られた結果よりも一時的に大きくなると考えられる。よって、今後はこれを考慮した解析を行う必要がある。