

橋梁の落橋応力解析

長野工業高等専門学校 学生会員 ○篠崎 瑠
 長野工業高等専門学校 正会員 永藤 壽宮

1. はじめに

今、日本にある多くの橋が高齢化を迎えている。現在は建設後 50 年以上経過している橋が 2 割程度であるが、10 年後には 4 割を超えると H25 年の国土交通省の調査で分かっている。長野県では、橋梁長寿命化修繕計画を行うなど維持管理に力を入れている世の中ではあるが、損傷や老朽化の激しい橋は補修が意味をなさないため、架け替えるほかないという状況がある。しかし、橋の架け替えは撤去を行った後に新設も行うため、維持管理に比べコストがかかる。そこで、リベット等の飛散物の危険性が考えられるが、工費や工期削減のために落橋撤去を行うという方法がある。

本研究では、この落橋撤去を行った際に、どこに応力集中や変位が生じ、そこからどのような危険があるか予測、また、どのような安全策をとると飛散物の危険性を減らすことができるか、周辺の環境を保全できるかということを検討することを目的としている。

2. 研究フレームおよび手法

2.1 モデル作成

本研究では、モデル形式は鋼材(合成鋼 SS)を用いたトラス橋とし、SOLID WORKS を用いて落下解析を行った。また、橋長や幅、トラスの形式は、中野市にある立ヶ花橋(形式: 3 径間連続下路平行弦ワーレントラス、長さ: 246.9m)をモデルとし、1/1000 スケールで解析を行うこととする。図 2.1.1 は作成したモデルの一部である。

一般に落下撤去の際は、コンクリート床版をあらかじめ撤去して行うため、このモデルについても床版はなしとする。

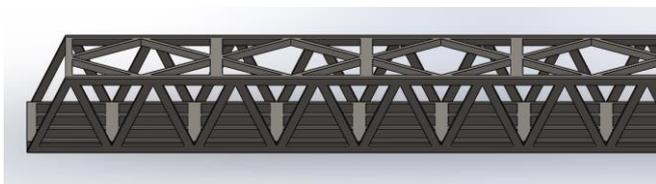


図 2.1.1

2.2 解析手法

落下解析(自由落下状態)は高さ 16m からの落下を想定し、モデル同様 1/1000 の 16mm の高さから落下させた。また、重力加速度は 9.81m/s^2 。落下する地面の硬さは剛体(土が非常に硬い場合を想定)または等方弾性体(垂直剛性・水平剛性ともに $2.33[(N/m)/m^2]$ 、質量密度 $2.65[\text{kg}/m^3]$ とする)。落下からの経過時間は $147.2\mu\text{秒}$ と $50\mu\text{秒}$ 。以上、上記のような条件の下で落下解析を行った。これに対し、橋にかかる応力と変位のパラメータをみて、それらの観点から飛散物等の影響を考察する。

等方弾性体は参考文献より、N 値=20 とし、本実験では沖積層を想定した。そのため、ヤング係数=2.8、ポアソン比=0.3 とし、体積弾性率は $7/3(2.33)$ と算出した。

3. 研究の成果

3.1 応力

下記の図はそれぞれ図 3.1.1 が剛性体ターゲットに橋を水平に落下させた場合、図 3.1.2 は剛性体ターゲットに橋を右下がり 20 度傾けて落下させた場合、図 3.1.3 は等方弾性体ターゲットに橋を水平にしたまま落下させた場合の応力を表示している。

図 3.1.1 では、上下横構に応力が多くかかっているため、撤去時に上下横構付近を切断しなくてはならない場合には応力開放により作業員に危険が伴う可能性があるため、横構と横構の間を切断すると良い。

図 3.1.2 では、右より 1/4 程度の後述の変位が大きい部分に応力が集中していた。中央より左側にはほとんど応力がかかっていないため、切断を容易に行うことができる。しかし、右側では大きく応力がかかるため切断を行わずに運搬を行うと良い。

図 3.1.3 では、橋の中央に応力が集中していた。橋の両端では、応力があまり見られないが、中央によにつれ応力は徐々に大きくなっていった。中央付近を切断する際には図 3.1.1 と同様に応力開放に注

意する必要がある。

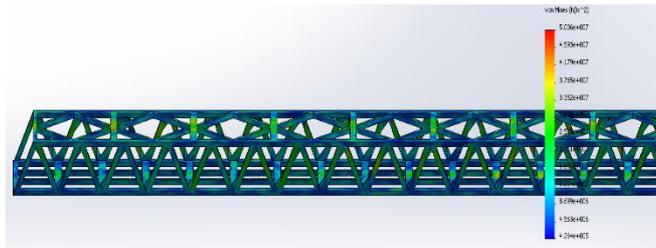


図 3.1.1 (剛性体 水平)

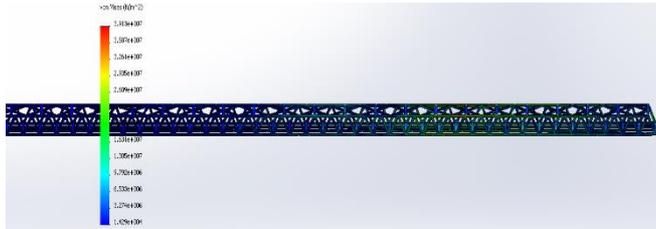


図 3.1.2 (剛性体 右下がり)

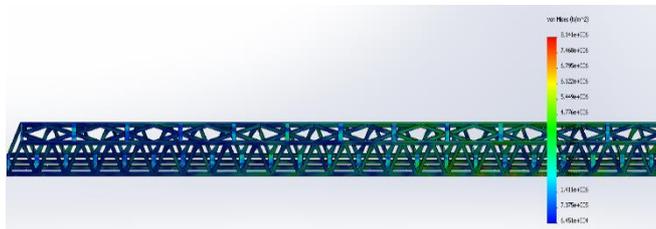


図 3.1.3 (等方弾性体 水平)

3.2 変位

図 3.2.1 は剛性体ターゲットに橋が水平の状態
落とした場合、図 3.2.2 は剛性体ターゲットに橋の
下部構造を厚くして水平に落とした場合変位であ
る。図 3.2.1 と図 3.2.2 の比較により、橋の下部構造
を厚くすることにより、主に橋の側面のトラスなど
橋全体の変位が小さくなっていった。また、下部構造
が厚くない場合には上部構造が上へ膨らむように変
形しているのに対し、厚い場合には下へ凹むよう
に変形していた。そして、どちらの場合にも上部構造
の核点部分が大きく変形しているため、この部分の
リベットやボルトの飛散が起こりうるため、防護ネ
ット等で覆う必要があると考えられる。

図 3.2.3 は剛性体ターゲットに橋を右下がりに 20
度傾けて落下させた場合の変位である。落下時上
に位置していた橋の左側には大きい変形を見ること
はできなかった。しかし、橋の右端より 1/4 程度の位
置では落下時の衝撃により、橋全体が曲がるという
大きな変形が生じていた。図 3.2.1 の水平に落と
した場合と比較すると、変形の大きさが大きいため、
片方の支承を落とすことによる落橋撤去はリスクが

大きいと言える。

図 3.2.4 は等方弾性体ターゲットに水平に落と
した場合の変位である。橋の中間部にねじれの変形が
みられた。下が土であった場合に落下させることを
想定して弾性体ターゲットを設定したが、変形は少
ないもののねじれが生じるなど飛散物のリスクは橋
の中央付近で起こる可能性がある。また、橋の下の
地盤が均一であるとは限らないため、水平に落と
した場合でも、橋の右と左で変形具合が異なる可
能性も考えられた。

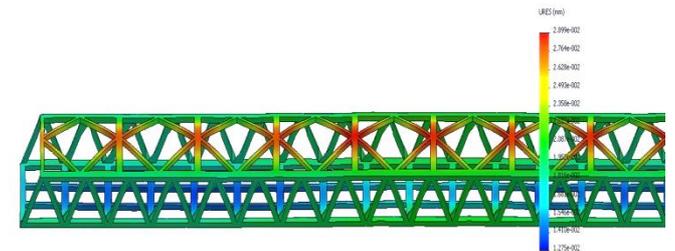


図 3.2.1(剛性体 水平)

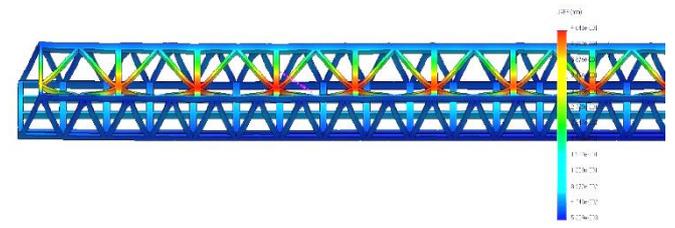


図 3.2.2 (剛性体 水平 厚い)

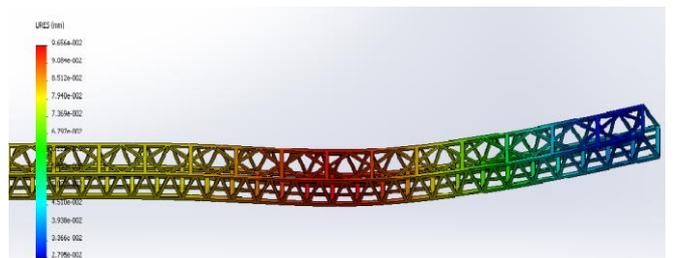


図 3.2.3 (剛性体 右下がり)



図 3.2.4 (等方弾性体 水平)

4. 参考文献

- 1)建築基礎構造講義(11)
- 2)CAE 技術者のための情報サイト 弾性率|材料力学