進行性破壊解析に基づくトラス橋の変形挙動が構造部材と床版に与える影響に関する研究

1. はじめに

近年,設計段階では考慮できない自然災害や人災 による橋梁構造物の損傷事故が多発している。本研 究では,予測不可能な災害に対するトラス橋の危機 耐性向上を目的とし,部材損傷時における構造系の 変形挙動を再現するために,進行性破壊解析に基づ いて橋梁構造物の倒壊メカニズムを追跡した.ここ では下弦材の損傷を想定し,部材損傷による橋梁全 体の変形挙動を追跡した.さらに部材損傷や破壊進 展に伴う主構部材への荷重再分配によって変化する 部材軸力や床版への影響について研究を行ったので, これについて報告する.

2. 対象橋梁及び構造解析モデル

本研究では、図-1 に示す橋長 444m(最大主径間長: 222m)の3 径間連続下曲弦プラットトラス橋を対象 として検討を行った.解析モデルの主構部分は、トラ ス各格点間を8 要素に分割して、部材をファイバー 要素でモデル化した.また床組構造は、床版の面内変 形やねじれ変形挙動を正しく評価するために、シェ ル要素で表す鉄筋コンクリート床版と、ファイバー 要素で表す縦桁及び横桁を、オフセット要素で結合 した複合構造でモデル化した.

3. 進行性破壊解析

本解析では,初めに常時応力状態を取り込み,幾何

山口大学大学院	非会員	○岩崎 遥
山口大学大学院	正会員	渡邊 学歩

剛性マトリクスを作成した.その後,選定した損傷部 材を撤去後,進行性破壊解析を行った.本解析では, 図-1に示すように,Caselでは支間中央の部材,Case2 ではトラス平行部縁端部材,そして Case3 では座屈 防止材と直結した部材を損傷部材として選定した.

4. 解析結果

図-2 に各ケースの損傷部材位置の変位を示す.支間中央部材、トラス平行部縁端部材を損傷部材とした Case1, Case2 の変位は安定した.座屈防止材直結部の部材を損傷部材とした Case3 では,図-3 に示すように P4 橋脚側から張り出された上部構造が大きくたわんで沈下したことで大変形が生じ,解析終了時に変位が 4m を超えた.次に大変形に至った Case3の部材軸力と床版軸力に注目し,影響を評価した.

図-4には、上弦材が負担する軸力を部材破断前(常時状態)と部材破断後 1.72 秒時点で比較して示す. 部材が破断したことでP3橋脚側の引張軸力が減少し、 P4橋脚側の引張軸力が増加しており、軸力の分布が 右側へとシフトしている様子が確認される.これに より、P4橋脚支点部周辺の上弦材が引張降伏するこ とが示唆される.一方、図-5には下弦材が負担する 軸力を示すが、時間が経過するにつれて、P3橋脚側 の負担軸応力(圧縮応力)が減少し、P4橋脚側の負担 軸応力が増加しており,負担軸力が P3橋脚側から P4



図-1 対象橋梁構造物の構造寸法と解析ケース

キーワード トラス橋,進行性破壊解析,危機耐性,ファイバー要素,シェル要素 連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1

TEL0836-85-9302





図-3 進行性破壊による橋梁構造の変形挙動 (Case3:座屈防止材直結部が破壊)



図-5 破壊進展変動する下弦材の部材軸力分布



図-6 床版軸応力の時刻歴

橋脚側へと移流・伝播している様子が確認された. な お,P4橋脚支点部周辺の下弦材に生じる圧縮応力度 は最大で354MPa に達している.これは,同部材の許 容曲げ圧縮応力度(203MPa)の1.75 倍に相当するこ とから,下曲弦材がP4橋脚支点上で座屈する可能性 が示唆される.

次に進行性破壊解による Case3 の床版への影響を 評価する.床版軸応力の時刻歴を図-6 に示す.構造 系の大変形によって,損傷位置近辺の床版要素の軸 応力が R 側,床版断面図中央,L 側の全てで増加し, 解析終了時には一般的なコンクリート圧縮強度であ る 30MPa の 3 倍以上となった.このことから,損傷 位置近辺の床版が圧縮破壊したことが示唆される.

5. 結論

- 下曲弦部に設置された座屈防止材に連結する下 弦材が破断した場合には、P4 橋脚側から張り出 された上部構造が大きくたわんで沈下し、橋梁 構造が大変形に至る可能性が示唆される.
- また、これに伴い、橋梁構造の大変形によって上 弦材、下弦材の負担軸力が大きく変化し、P3 側 構造系が負担していた軸力が P4 側構造系へと 移流・伝播する様子が確認された。
- 3) また、P4橋脚支点上の下曲弦材に発生する軸圧縮応力度が、許容曲げ圧縮応力度の1.75倍に達していることから、破壊が進行すると支点部を中心とした下曲弦材が座屈して、橋梁構造物の倒壊が発生する可能性が示唆された。
- 4) 床版では、損傷部材周辺の床版軸応力が増加し、 解析終了時に一般的なコンクリート圧縮強度 30MPaの3倍以上となったことから、圧縮破壊 が生じたことが示唆される。