

第 I 部門

過大な引張力を受けた鋼桁に対する塗膜損傷を利用した塑性ひずみの推定

関西大学大学院 学生員 ○奥村 優介 関西大学 非会員 松戸 詠美
 阪神高速道路(株) 正会員 堀江 佳平 阪神高速道路(株) 正会員 小林 寛
 関西大学 正会員 坂野 昌弘

1. はじめに

地震や衝突によって鋼桁に塑性変形が生じ、橋梁の撤去や架け替えを余儀なくされた事例も少なくない。既往の研究¹⁾²⁾では、塗膜の割れ・剥離の状況から鋼部材の塑性ひずみ値の推定を試みている。しかし、試験体側面で測定されたひずみ値を用いているため、実際に塗膜損傷が発生した部分の塑性ひずみは正確に評価されていない。そこで本研究では、既往の研究¹⁾で得られた実験結果を基に、決定した応力-ひずみ曲線を用いた弾塑性 FEM 解析によって塗膜損傷部分の塑性ひずみを推定した。

2. 応力-ひずみ曲線の検討

2.1 解析対象

解析対象を既往の実験¹⁾で試験体側面および表面の塑性ひずみ分布を測定している試験体とした。

2.2 解析条件

解析モデルには 3 次元ソリッド要素を用い、試験片の対称性を考慮し 1/2 モデルとした。荷重条件としてボルト孔の中央断面を強制的に変位させた。図-1 に解析モデルの寸法・形状を、図-2 に境界条件・荷重条件をそれぞれ示す。材料特性はヤング率 200GPa、ポアソン比 0.3 とした。

2.3 検討方法

応力-ひずみ曲線において、降伏後の傾き、降伏点、荷重位置の影響を把握するために、以下のように仮定した。

- ・降伏後の傾き：E/100, E/300, E/1000
- ・降伏点：200MPa, 400MPa (SM41~SM50)
- ・荷重位置：試験体中央から 1 列目, 2 列目のボルト孔最小断面および最小断面から 10 mm 離れた実測ひずみと解析値が一致するように検討した。

2.4 解析結果

それぞれの条件が応力 - ひずみ関係に与える影響として、以下のような結果が得られた。

- ・降伏後の傾き：塑性ひずみが 1.0%未満では影響はなく、1.0%以上のときに影響を及ぼす。
- ・荷重条件：塑性域での応力 - ひずみ関係に影響を及ぼさない。
- ・降伏点：0.5%未満では影響が見られるが、今回対象としている 1.0~5.0%では影響を及ぼさない。

よって、「降伏点~1.0%」の傾きを「1.0%~2.0%」での傾きと同様とした。次に、「1.0%~2.0%」では E/300 を採用し、「2.0%~5.0%」では E/1000 を採用することとした。荷重条件は試験体中央から 1 列目、降伏点は 200MPa と仮定し採用することとした。決定した応力-ひずみ曲線を図-3 に示す。

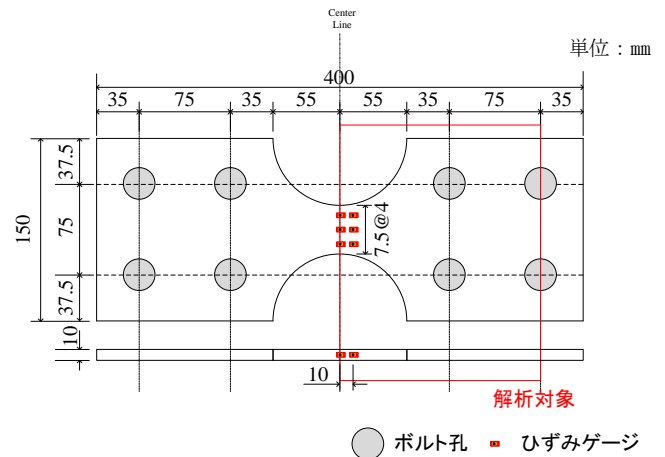


図-1 試験体の形状・寸法

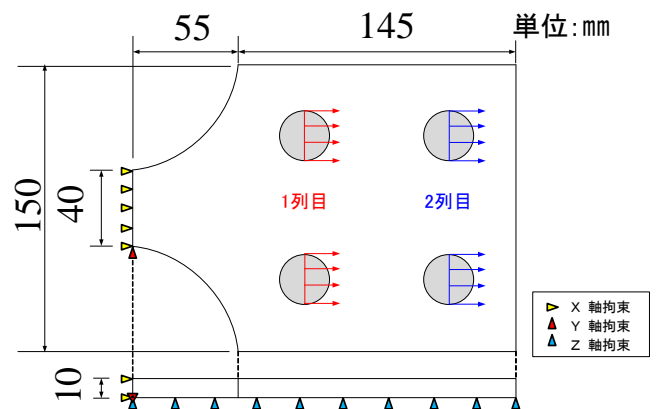


図-2 境界条件

Yusuke Okumura, Eimi Matsudo, Yoshihei Horie, Hiroshi Kobayashi, Masahiro Sakano
 okumura_ssd@yahoo.co.jp

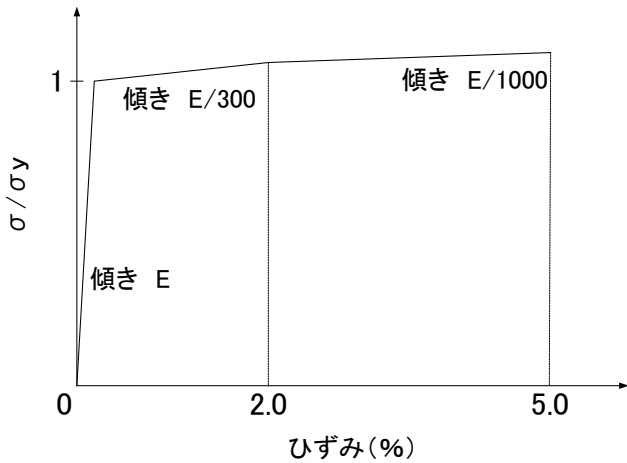


図-3 決定した応力-ひずみ曲線

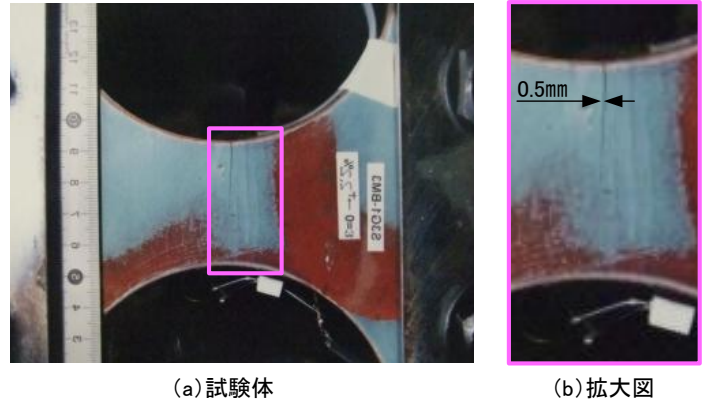


図-4 塗膜割れ状況 (S3G1BM3)

3. 塗膜損傷による塑性ひずみの推定

3.1 推定方法

兵庫県南部地震により被災した阪神高速神戸線の健全部より採取された塗膜付き試験片を解析対象とした。2) 実験で測定している試験体側面の塑性ひずみ値を一致させるように強制的に変位を与え、塗膜下の塑性ひずみ値の推定を行った。境界条件および荷重条件は図-2と同様とし、応力-ひずみ曲線は図-3を用いることとした。

3.2 結果

塗膜割れの定義を割れ幅が0.5mm程度であるものとした。(図-4) これは、目視によって割れが確認できるということを前提としているからである。塗膜割れ発生時および塗膜剥離時の2種類の塑性ひずみを検討した。それぞれの状態における塑性ひずみ値を推定した結果を図-5および表-1に示す。

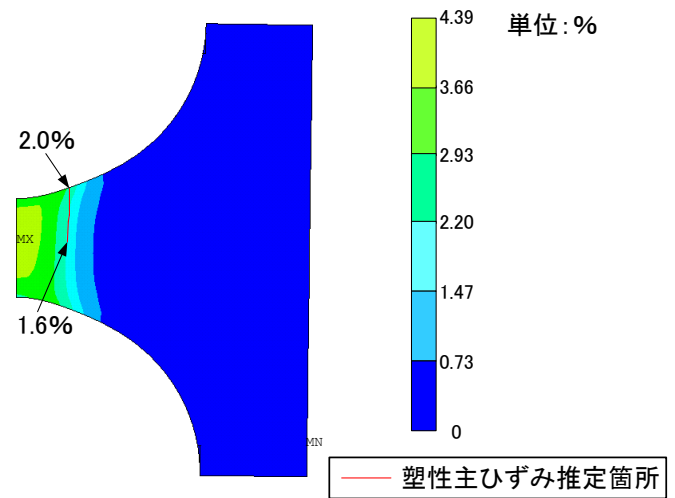


図-5 塑性ひずみコンター図

表-1 解析結果

試験体名	塗膜割れ発生時 塑性ひずみ値(%)	塗膜剥離時 塑性ひずみ値(%)
S46G1BM3	1.6~2.0	3.1~3.4
S3G1BM3	1.6~2.0	3.3~3.4
S3G3BM3	1.6~1.8	2.9~3.8

4. おわりに

本研究で得られた結論を以下に示す。

- (1) 応力-ひずみ関係を検討した結果、荷重位置および降伏点による影響はなく、応力-ひずみ曲線の降伏後の傾きでは塑性ひずみが1.0%以上から影響を及ぼすことがわかり、各試験体の塑性ひずみを推定するための応力-ひずみ曲線を決定した。
- (2) 割れ幅0.5mmで仮定した塗膜割れ発生時における塑性ひずみは1.6~2.0%、また塗膜剥離発生時の塑性ひずみは2.9~3.8%であることと推定できた。

【参考文献】

- 1) 坂野昌弘, 堀江佳平, 小林寛, 川地俊一, 三住泰之: 塗膜剥離を生じた鋼橋部材の損傷度評価に関する基礎的研究, 鋼構造年次論文報告集, Vol.4, pp.407-414, 1996.11
- 2) 坂野昌弘, 堀江佳平, 小林寛, 川地俊一, 沼田環: 塑性変形を受ける各種鋼橋部材の塗膜割れ挙動, 土木学会第52回年次学術講演会講演概要集, I-A242, 1997.9