塗膜損傷を利用した鋼材の引張塑性ひずみの推定

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㈱	正会員	堀江	佳平	阪神高速道	〔路㈱ 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橋部材に塑性変形が生じ,架け替えや部分取換えを余儀なくされた事例がある.既往の研究¹⁾²⁾では,塗膜の割れ・剥離等の損傷状況から鋼部材の塑性ひずみの推定を試みているが,試験体側面で測定されたひずみを用いているため,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,弾塑性 FEM 解析によって塗膜損傷位置の正確な塑性ひずみの推定を試みた.FEM 解析に用いる応力・ひずみ曲線や荷重条件,境界条件等は塗膜のない試験体のひずみ計測結果に合うように設定した.

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. 図-1 に試 験体の形状・寸法および解析対象を示す.

2. 2. 解析方法

図-2 に境界条件・荷重条件を示す. 解析モデルには3 次元ソリッド要素を用い, 試験体の対称性を考慮し1/2 をモデル化した. 荷重条件としてボルト孔の中央断面に 強制変位を与えた. 材料特性はヤング率 E=200GPa, ポア ソン比0.3 とした.

応力・ひずみ曲線において,降伏点,降伏後の傾き,載 荷位置の影響を把握するために,以下のように仮定した.

(1)降伏点:200MPa, 400MPa (SM41~SM50)

(2)降伏後の傾き:E/100, E/300, E/1000

(3)載荷位置:1列目か2列目のボルト孔中央断面

試験体の最小断面および最小断面から10mm離れた断面の実測ひずみに解析値が一致するように条件を設定した.

2.3. 解析結果

それぞれの条件が試験体表面の塑性ひずみ分布に与える 影響として、以下のような結果が得られた.

(1)降伏点:塑性ひずみが 0.5%以上ではほとんど影響がない.

(2)降伏後の傾き:塑性ひずみが1%未満では影響はなく、1%以上で影響が現れる.

(3)載荷条件:ほとんど影響がない.

以上より,(2)の降伏点後の傾きについては塑性ひずみ2%以下ではE/300,2%以上ではE/1000を仮定した. 決定した応力・ひずみ曲線を図-3に示す.また,(1)の降伏点は200MPa,(3)の載荷条件は1列目を採用した.

キーワード	塗膜, 塑性	=ひずみ,	弹塑性解析		
連絡先	〒564-8680	大阪府吹	田市山手町3丁目3番35号	関西大学	TEL06-6368-1121



図-2 境界条件および荷重条件



図-3 決定した応力-ひずみ曲線

3. 塗膜損傷による塑性ひずみの推定

3. 1. 推定方法

側面の塑性ひずみのみを測定している塗膜付き 試験体を解析対象とした²⁾. 試験体側面で測定し た側面の塑性ひずみと一致させるように解析モデ ルに強制変位を与え,塗膜下の塑性ひずみの推定 を行った.

3.2.結果

塗膜割れ発生の定義を写真から割れが確認でき る塗膜割れ幅 0.5 mm程度のときと設定し(図-4), 塗膜割れ発生時および塗膜剥離時の塑性ひずみの 推定を試みた. 試験体 S3G1BM3 の塑性主ひずみ コンター図を図-5 に示し,各試験体について塑 性ひずみの推定結果を表-1 に示す.塗膜割れ幅0.5 mmで定義したときの塗膜割れ発生時の塑性ひずみ 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%であることが推定できた.

4. おわりに

実測されたひずみ分布に合うように決定した応 力・ひずみ曲線を用いて FEM 解析行い, 塗膜割れ

幅 0.5 mmで定義したときの塗膜割れ発生時の塑性ひずみと塗膜剥離発生時の塑性ひずみを推定した.今後,塗り替え後の年数や部材位置など異なる様々な条件の試験体について塗膜損傷と塑性ひずみの関係を求めてい く予定である.

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
- 3) 坂野昌弘,岡下勝彦,服部孝博,沼田環,三上市蔵:鋼製橋脚から採取した塗膜付試験片の塑性域交番載 荷実験,鋼構造年次論文報告集,Vol.5, pp.215-222, 1997.11





(a)試験体

(b) 拡大図





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		3.1~3.4
S3G1BM3	1.6~2.0	3.3~3.4
S3G3BM3	1.6~1.8	2.9~3.8