鉛直力の増減によるローラー支承部の破壊形状に関する研究

九州大学大学院 学生員 〇下野 将樹 九州大学大学院 正会員 崔 準祜 九州大学大学院 フェロー 大塚 久哲 オイレス工業株式会社 正会員 長田 修一

1. はじめに

2005年の福岡県西方沖地震により,既設曲線橋の金属ローラー支承が破損し,破断したローラーの一部 が隣接する路線に飛び出すという被害が生じた.支承部は橋梁の重要部材である一方,その終局挙動に関 して解明されていない点が多いのが現状である.そこで,著者らはこの被災原因を究明し,ローラー支承 の終局挙動に関する知見を得るために,鉛直力をパラメータとしたローラー部の水平加力実験を実施した ¹⁾.その結果,鉛直力の大きさによりローラーの破断形状が異なることが明らかとなった.本研究は,この 実験に対する弾塑性有限要素解析を行うことにより,ローラー支承の終局挙動に関する解析的検討を行っ たものである.

2.実験概要

写真-1に既往の研究で行った実験供試体の設置状況及び載荷方法 の概要を示す.載荷方法については、支圧板に対して鉛直力を与え た状態で下支圧板に水平方向変位を与え、せん断キーとローラー部 を接触させることによりローラー細径部が引張荷重を受ける方法と した.検討ケースを表-1に示す.鉛直力をパラメータとし、各ケー スにおけるローラーの破壊形状に関して検討を行った.

3.解析モデル

図-1に解析モデルのモデル図を示す.解析モデルはローラー(弾塑 性体),上支圧板(剛体),下支圧板(剛体)により構成されており, 全て6面体ソリッド要素によりモデル化した.支圧板には拘束条件 を与えており,上支圧板は鉛直方向のみを自由,下支圧板はX軸方 向のみを自由とし,他は固定とした.また,ローラーと支圧板の接 触摩擦係数μは0.15とした.図-2にローラーの応力ひずみ曲線を示 す.相当塑性ひずみによる終局の判定を行い,ローラー細径部の相 当塑性ひずみが単軸引張状態における終局値となったときをロー ラーの終局と想定した.材料諸元は**表-2**に示すとおりである.

4.解析条件及び検討ケース

解析は準静的(動的陽解法)で実施し、上支圧板に与える鉛直力及 び下支圧板に与える水平方向変位の速度には図-3に示す時刻歴を用 いた.検討ケースは実験と同様であり、鉛直力をパラメータとした 検討を行った.解析には有限要素解析ソフトLS-DYNAを用いた.



衣⁻2	材料箔兀

ローラー			
ヤング率(N/mm ²)	2.058E+05		
ポアソン比	0.3		
$\sigma y(N/mm^2)$	600		
降伏条件	Von Mises		
ひずみ硬化	等方硬化則		
支圧板			
ヤング率(N/mm ²)	2.058E+05		
ポアソン比	0.3		



写真-1 実験供試体

表−1 検討ケース		
	検討ケースの分類	鉛直力
CASE1	小さい鉛直力を想定	30kN
CASE2	死荷重反力を想定	80kN
CASE3	大きい鉛直力を想定	800kN



図−1 解析モデル図



5. 結果

5.1損傷箇所に関する検討

写真−2に実験で得られた破断後の供試体の写真を 示す. 図-4は解析における終局時の相当塑性ひず みのコンター図及び主応力方向の分布である.

CASE1では、ローラー細径部の端部近傍に終局ひ ずみが生じており、この要素における主応力の大きさ が最大となる方向はローラーの軸方向となっている. したがって主応力方向の分布より,破壊はローラー細 径部の端部近傍から斜め下方向へ進行すると推測さ れる.実験ではローラーの中央部が破断しており、解 析結果から推測される破断と実験結果が若干異なる 結果となった.これは、解析の上支圧板の浮き上がり が実験より大きくなったためであると考えられる.

CASE2では、ローラーの中央部に終局ひずみが生 じており、この要素における主応力の大きさが最大と なる方向はローラー軸方向となっている.したがっ て,破壊はローラー中央部で破断する単軸引張り破 壊に近い形で進行していくと推測される.これは,実 験で得られた破断の様子と近似しており,解析から推 測される破断位置と実験結果は一致した.

CASE3では、ローラー細径部の端部に終局ひずみ が生じており、この要素における主応力の大きさが最 大となる方向は鉛直方向となっている.したがって、

破壊は、ローラー細径部の端部から鉛直方向へせん断破壊のよう な形で進行すると推測される.これは実験で得られた破断の様子 と近似しており,解析から推測される破壊と実験結果は一致した. 5.2支圧板に生じる水平力と水平方向変位

図-5に、各検討ケースにおける支圧板に生じる水平力と水平方 向変位を比較した結果を示す. CASE1,2では解析の終局耐力が 大きく、CASE3では解析の終局変位が小さい結果となっている が,実験結果を概ね再現できているといえよう.

6. まとめ

本研究では,鉛直力をパラメータとしたローラー部の破壊実験 に対する弾塑性有限要素解析を行った. その結果, 解析結果に より推測されるローラーの破断メカニズム及び支圧板に生じる水 平方向変位と水平力の関係は実験結果を概ね再現することがで きた.したがって、鉛直力の増減によりローラーの破壊形状が異な るということが明らかとなった. 今後は、この解析モデルを用いた 検討により,福岡県西方沖地震による既設曲線橋のローラ支承の 被害がどのような応力状態において生じたのか検討する.



図-5 支圧板に生じる水平力と水平方向変位の関係

参考文献

1)崔準祜, 大塚久哲, 長田修一, 小南雄一郎:鉛直力の増減によるローラー支承の破壊形状に関する実験的考察,第64回年次学術講演会概要集,2009