

補剛平板連結材の弾塑性挙動に関するパイロット実験

名城大学 林 涼弥 名城大学大学院 学生会員 日比 朔哉
 名城大学 正会員 劉 巖 名城大学 渡辺 大翔
 名城大学 フェロー 葛 漢彬

1. 緒言

橋梁は、社会的、経済的に重要な役割を果たしているにもかかわらず、大きな地震の影響を受けやすい。そのため、地震対策用の耐震装置が開発され、一般的に、エネルギー吸収部材などの免震装置と制震装置に分類される。免震装置と制震装置は、地震応答の低減に大きく貢献しているが、過去の大きな地震では、橋梁の落下が多く発生している。制震ダンパーが付いている橋の場合、制震ダンパーは金属製のものが多く、大きな地震で早期に破損する可能性がある。免震構造の橋の場合、免震支承の剛性が低いため、上部構造と下部構造の間に大きな変位が生じる可能性があり、落橋してしまうことがある。そのため、橋梁の落下を防止するための拘束材として、落橋防止装置が使用される。既往の研究¹⁾では鋼輪型拘束材（SRR）の落橋防止装置を対象に地震動を再現した単調荷重下での力学的挙動について実験的および解析的検討が行われた。本研究ではタイプレート式の落橋防止装置を対象にした単調荷重下での力学的挙動について実験的検討を行うことで落橋防止構造の改善を行い、その静力学的性能を明らかにすることを目的としている。耐震構造物の性質上、地震荷重に対する力学的性能を再現することが最も理想的だが、まずは基礎的な研究として静的な力学的性能を調べるのが重要である。

2. 実験概要

本実験では表-1に示す9種類18本の平板連結材を対象にMTS試験機を用いた単調引張載荷試験を行う。実験の様子を図-1に示す。平板連結材の材料はSS400鋼とし、材料引張試験で得られた結果より、引張強度450.9MPa、降伏強度292.4MPa、ヤング率193.7GPa、ポアソン比0.275である。



図-1 供試体と変位計設置後の様子

表-1 実験供試体の種類

Original Type (OT)			
Symmetric Single-Ring-54 (SSR54)		Asymmetric Single-Ring-54 (ASSR54)	
Symmetric Single-Ring-69 (SSR69)		Asymmetric Single-Ring-69 (ASSR69)	
Symmetric Double-Ring (SDR)		Asymmetric Double-Ring (ASDR)	
Symmetric Grid-Ring (SGR)		Asymmetric Grid-Ring (ASGR)	

3. 実験結果

実験によって得られた結果の荷重-変位曲線は図-2、図-3に示す。それぞれの2つの供試体の最大荷重、変位、エネルギー吸収量を比較した結果を表-2に示す。両側補強では、最大荷重は16.5%~57.9%ほど高く、

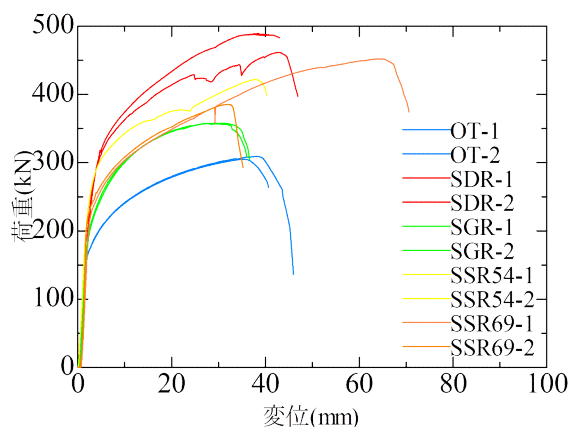


図-2 両側補強の荷重-変位曲線

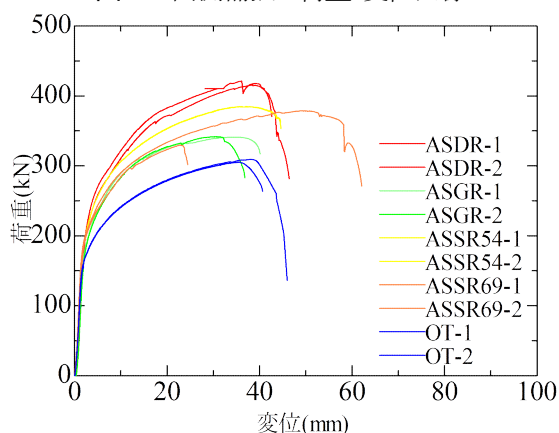


図-3 片側補強の荷重-変位曲線

表-2 実験供試体の最大荷重、変位及びエネルギー吸収量

	最大荷重 (kN)	変位 (mm)	エネルギー吸収量 (J)
OT-1	309	46.0	11760
OT-2	304	40.7	11122
SSR69-1	452	70.6	26636
SSR69-2	385	35.2	13005
SSR54-1	422	40.2	14960
SSR54-2	398	62.5	23143
SDR-1	461	45.0	19002
SDR-2	488	43.0	17575
SGR-1	358	36.6	11289
SGR-2	358	36.0	11106
ASSR69-1	379	62.1	20702
ASSR69-2	329	24.5	7638
ASR54-1	385	44.6	16682
ASR54-2	385	44.7	15326
ADR-1	416	46.4	16305
ADR-2	418	42.7	15583
AGR-1	341	40.1	12571
AGR-2	342	36.8	11161

変位は 16.2%低いものから 73.5%高く、吸収エネルギーは 5.6%低いものから 126%高いという結果が得られた。片側補強では、最大荷重は 8.2%~37.5%ほど高く、変位は 39.9%低いものから 52.5%高く、吸収エネルギーは 31.3%低いものから 86.1%高いという結果が得られた。このような結果が得られた原因は、両側補強は片側補強に比べ、重心が安定しやすく、落橋防止装置にかかる引張応力が分散されやすいためである。同じ供試体でも最大荷重や変位が大きく異なった原因として SSR54 は面外変形が発生したことで変位が大きくなり、SSR69 はワッシャーによる固定で最大荷重と変位が増加し、ASSR69 では得られた破断の位置が多くの実験は実験体の縦のどちらかに発生するが、横側に破断したことで大幅に変位が減少したことが挙げられる。荷重が一時的に減少する点があるのは補強部材の破壊が起きたことが原因である。

4. 結言

OT, 両側の補強を行った SSR69, SSR54, SDR, SGR, 片側のみ補強を行った ASSR69, ASSR54, ASDR, ASGR の単調引張載荷試験を行い、両側補強の方が少し強度や変位が高くなり、SSR69, ASSR69, SSR54 は変位が他の供試体に比べて高くなるという結果が得られた。今後の課題として、それぞれの実験と比較して変位や最大荷重が異なった原因を供試体の固定の方法や実験で得られた破断面の状態と比較していき、破壊形態などを明らかにしていきたい。同様に単調引張載荷試験を再現した解析モデルの構築を行っていきたい。

参考文献

- 1) 浅野拳斗, 孫巨搏, 葛漢彬, 劉巖, 王占飛: 矩形断面を持つ鋼輪落橋防止装置の開発に関する研究. 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.78, No.4, pp.I_393-I_405, 2022.