

ブラケットとアンカーバーを直結した落橋防止装置に関する実験的研究

明星大学 正会員 鈴木 博之
京橋メンテック(株) 正会員 並木 宏徳
明星大学大学院 学生会員 岡本 陽介
明星大学 学生会員 ○ 尾上 敦史

1. はじめに

鉄道橋の落橋防止装置の一つにブラケットとアンカーバーを直結したタイプがある。現在のアンカーバーの設計では、橋梁に作用する横力に対してアンカーバーのせん断耐力がこれを下回らないことを照査しているだけであり、アンカーバーを支持するブラケットと橋台との間隔、すなわちアンカーバーの支間については考慮されていない。

本研究では、アンカーバーの直径 ϕ と支間 L を変化させた実験を行い、アンカーバーの合理的な設計について検討する。また、円筒状の鉛製減衰材(以下、減衰材と記す)を併用することによる効果についても実験的に検討する。

2. 実験方法

荷重装置を図-1 に、試験片寸法及び機械的性質を表-1 に示す。試験片には、直径 $\phi=48, 36, 32, 25\text{mm}$ の丸棒を用いた。また、アンカーバーの支間 L の検討には、固定ブロックと载荷部の間隔 L を50, 100, 150, 200mmと変化させて対応した。

表-1において、 $\phi 48\text{-}150\text{SPS}$ の材質は超塑性鋼材であり、これ以外の試験片の材質はSS400である。また、減衰材を用いたものは、試験片名の末尾にPbと記した。減衰材については、厚さを30mmとし、長さは支間 L と一致させた。実験には容量250kNの疲労試験機を使用し、試験片への载荷は変位制御による繰返し漸増正負交番载荷である。

3. 実験結果及び考察

図-2に、アンカーバーの直径 $\phi=25\text{mm}$ のヒステリシスループを示す。図-2より、直径 ϕ が同一の場合、支間 L が短くなるにつれて荷重が増加していることがわかる。これは、 $\phi=32, 36, 48\text{mm}$ の試験片においても同様であった。図中の $\phi 25\text{-}50$ と $\phi 25\text{-}200$ の変位40mmにおける荷重を比較すると、 $\phi 25\text{-}50$ の荷重は、 $\phi 25\text{-}200$ の約4.7倍となっている。このことから、現在のアンカーバーの設計では支間 L について検討していないが、より合理的な設計を行うためには、支間 L を考慮する必要があると言える。図-3には、支間 $L=150\text{mm}$ のヒステリシスループを示す。図-3より、支間 L が同一の場合、 $\phi 48\text{-}150\text{SPS}$ を除き、直径 ϕ が大きくなるにつれて荷重が増加していることがわかる。これは $L=50, 100, 200\text{mm}$ の試験片においても同様であった。材質の違いに着目し、図-3の $\phi 48\text{-}150\text{SPS}$ と $\phi 48\text{-}150$ を比較すると、同一の荷重に対して $\phi 48\text{-}150\text{SPS}$ の変位が $\phi 48\text{-}150$ より大きくなっていることがわかる。したがって、超塑性鋼材は落橋防止装置のアンカーバーとして適しているのではないかとと思われる。詳しくは、今

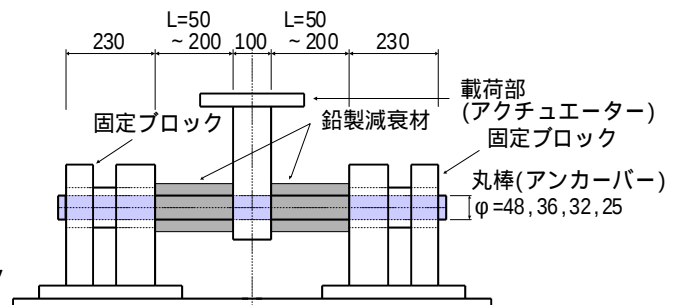


図-1 载荷装置

表-1 試験片寸法及び機械的性質

試験片名	直径 (mm)	支間 (mm)	引張強さ (MPa)	降伏点 (MPa)	伸び (%)
φ 48-200	48	200	460	299	36
φ 48-150		150			
φ 48-150Pb					
φ 48-150SPS			295	230	50
φ 36-200	36	200	436	291	33
φ 36-150		150			
φ 36-100		100			
φ 36-100Pb					
φ 32-200	32	200	454	322	34
φ 32-150		150			
φ 32-100		100			
φ 32-100Pb					
φ 25-200	25	200	459	311	30
φ 25-150		150			
φ 25-100		100			
φ 25-50		50			
φ 25-50Pb					

キーワード：アンカーバー、落橋防止装置、鉛製減衰材

後の研究課題としたい。

ここで、減衰材の効果について考える。図-2 の $\phi 25-50\text{Pb}$ と $\phi 25-50$ を比較すると、同一変位に対して $\phi 25-50\text{Pb}$ は $\phi 25-50$ より大きな荷重となっており、減衰材の効果認められる。そこで、 $\phi 36-100\text{Pb}$ 、 $\phi 36-100$ 、 $\phi 32-100\text{Pb}$ 、 $\phi 32-100$ のヒステリシスループの第一象限の荷重-変位曲線から吸収エネルギーを求めた。結果を図-4 に示す。図-4 より、各変位において、減衰材を用いた方が明らかに吸収エネルギーが増加している。また、変位 55mm における吸収エネルギーは、 $\phi 36-100\text{Pb}$ は $\phi 36-100$ に比べ約 1.3 倍であるのに対し、 $\phi 32-100\text{Pb}$ は $\phi 32-100$ に比べ約 1.4 倍となった。これは、アンカーバーの直径と減衰材の厚さの比の影響であると考えられる。なお、 $\phi 48-150\text{Pb}$ と $\phi 48-150$ を比較すると、変位 35mm における吸収エネルギーは $\phi 48-150\text{Pb}$ のほうが約 1.04 倍高くなり、 $\phi 25-50\text{Pb}$ と $\phi 25-50$ を比較すると、変位 45mm における吸収エネルギーは $\phi 25-50\text{Pb}$ のほうが約 1.94 倍高くなっていた。

以上のことを踏まえ、アンカーバーの合理的な設計について検討する。作用荷重の 1/2 がアンカーバーに作用するせん断力 S であるので、各試験片の最大荷重に対するせん断力を S_b とし、これを丸棒の断面積 A で除した S_b/A と、アンカーバーの直径 ϕ を支間 L で無次元化した L/ϕ の関係を図-5 に示す。図中の回帰線は、

$$S_b/A = 96.4 - 9.9L/\phi \quad (1)$$

で表される。この式を S_b について解くと、次式となる。

$$S_b = (96.4 - 9.9L/\phi)A \quad (2)$$

したがって、本研究の範囲では、最大荷重時にアンカーバーに作用するせん断力 S_b は、式(2)によって求められることになる。

4. まとめ

本研究で得られた結果は以下のとおりである。

- 1) アンカーバーの設計には、直径 ϕ と支間 L を考慮する必要があり、本研究の範囲では、最大荷重時にアンカーバーに作用するせん断力 S_b は、 $S_b = (96.4 - 9.9L/\phi)A$ によって求められる。
- 2) 超塑性鋼材と SS400 を比較すると、同一の荷重に対し超塑性鋼材のほうが変位が大きかった。したがって、超塑性鋼材は落橋防止装置のアンカーバーとして適しているのではないと思われる。
- 3) 鉛製減衰材を用いることで、アンカーバーの吸収エネルギーが増加した。したがって、ブラケットとアンカーバーを直結した既設の落橋防止装置に、鉛製減衰材を適用することによって、アンカーバーの吸収エネルギーを増加させる効果が期待できる。
- 4) 吸収エネルギーはアンカーバーの直径と鉛製減衰材の厚さの比の影響を受ける。

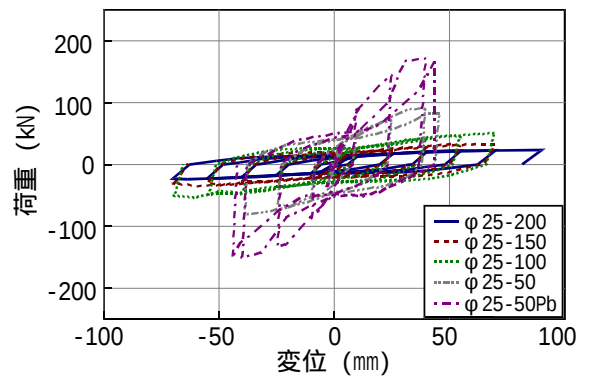


図-2 ヒステリシスループの例 ($\phi=25\text{mm}$)

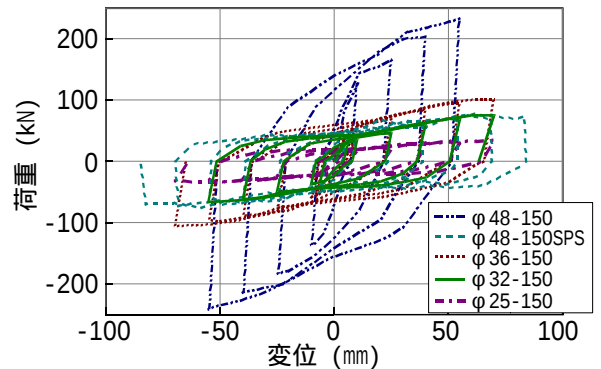


図-3 ヒステリシスループの例 ($L=150\text{mm}$)

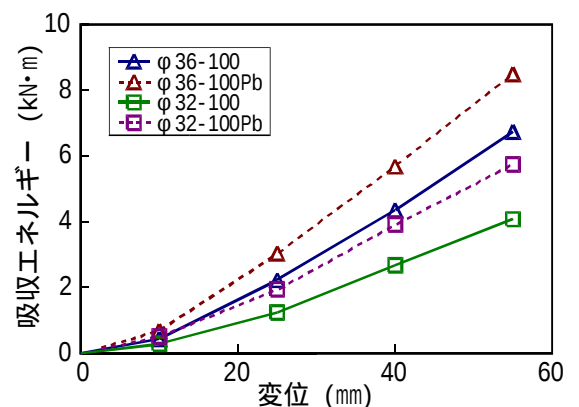


図-4 吸収エネルギーの比較

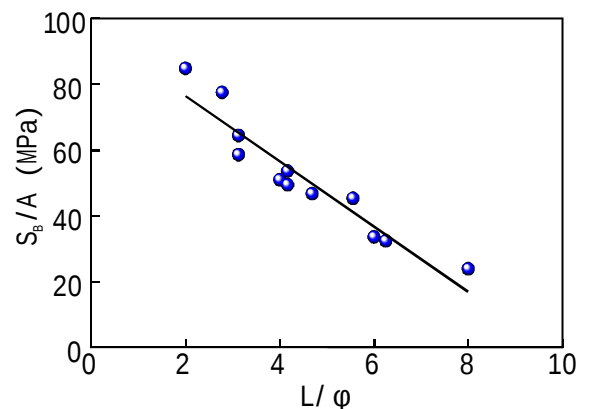


図-5 $S_b/A-L/\phi$ 関係