

アンカーバー式落橋防止装置の変形能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

1. はじめに アンカーバータイプの落橋防止装置の設計においては、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、アンカーバーのせん断抵抗による移動制限機能を期待しているだけである。したがって、アンカーバーの塑性変形能を利用するものではなく、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 L については何ら考慮されていない。しかしながら、曲げ変形が可能な程度にアンカーバーの支間 L を確保しておけば、ある程度の変位の繰返しに対応でき、摩擦減衰機能を有する支承と組合せることにより、免震構造を構成することができる。

本研究では、アンカーバーの低サイクル曲げ繰返し载荷試験を行い、作用せん断力 S 、アンカーバーの直径 ϕ およびアンカーバーの支間 L の関係について調査する。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 载荷装置を図-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、25mm 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、 $\phi 48$ -150SPS 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。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 $\phi=25$ 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、48mm の試験片においても同様であった。図中の $\phi 25$ -50 と $\phi 25$ -200 の変位 40mm における荷重を比較すると、 $\phi 25$ -50 の荷重は、 $\phi 25$ -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 $L=150$ 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、 $\phi 48$ -150SPS 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、200mm 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 $\phi 48$ -150SPS と $\phi 48$ -150 を比較すると、同一の荷重に対して $\phi 48$ -150SPS の変位が $\phi 48$ -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 SS400 より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。詳細は、今後の課題としたい。

ここで、減衰材の効果について考える。図-2 の $\phi 25$ -50Pb と $\phi 25$ -50 を比較すると、同一変位に対して $\phi 25$ -50Pb は $\phi 25$ -50 より大きな荷重となっており、減衰材の効果が認められる。そこで、 $\phi 36$ -100Pb、 $\phi 36$ -100、 $\phi 32$ -100Pb、 $\phi 32$ -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ことがわかる。また、変位 55mm における吸収エネルギーは、 $\phi 36$ -100Pb は $\phi 36$ -100 に比べ約 1.3 倍であるのに対し、 $\phi 32$ -100Pb は $\phi 32$ -100 に比べ約 1.4 倍となっている。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、 $\phi 48$ -150Pb 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 $\phi 48$ -150Pb のほうが約 1.04 倍高く、 $\phi 25$ -50Pb 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 $\phi 25$ -50Pb 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

キーワード：落橋防止装置、アンカーバー、変形能、減衰材

連絡先：〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1、 TEL&FAX：042-591-9645

と、支間 L をアンカーバーの直径 ϕ 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、

$$S_b/A = 96 - 10L/\phi \quad (1)$$

で表される。この式に $A = \pi \phi^2/4$ を代入し、 ϕ について解くと次式となる。

$$\phi = [2.5\pi L \pm \{(2.5\pi L)^2 + 96\pi S_b\}^{1/2}] / 48\pi \quad (2)$$

したがって、本研究の範囲では、アンカーバーに作用するせん断力 S_b と支間 L が与えられると、式(2)によってアンカーバーの必要直径 ϕ が求められることになる。JIS に記載されている丸棒（SS400）のサイズを参考にし、支間 L をパラメータにして式(2)を図示したものが図-6 である。

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る。アンカーバーに作用するせん断力 S_b 、アンカーバーの支間 L およびアンカーバーの直径 ϕ の関係を示した。
- 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かとと思われる。
- 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、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。

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			295	230	50	
φ 48-150SPS						
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						
φ 25-50Pb						

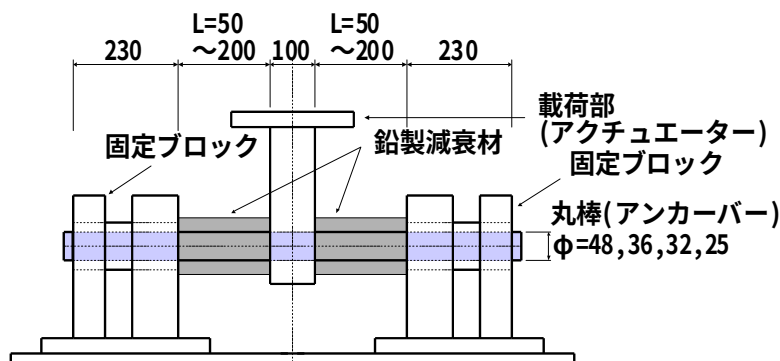


図-1 载荷装置

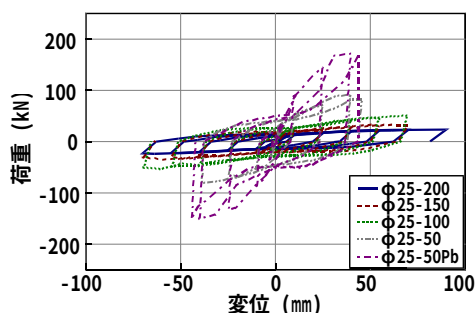


図-2 ヒステリシスループの例（φ=25mm）

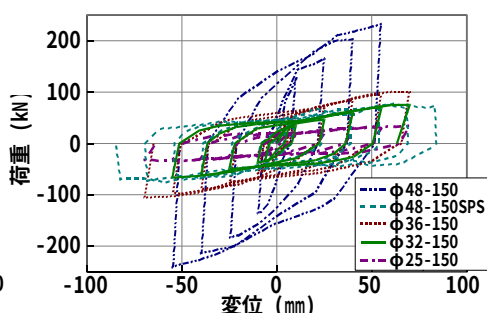


図-3 ヒステリシスループの例（L=150mm）

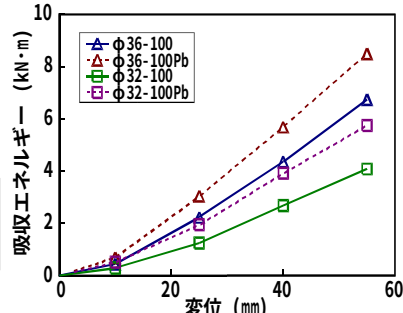


図-4 吸収エネルギーの比較

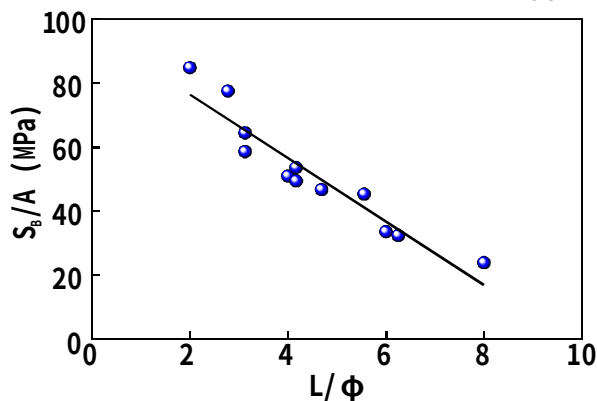


図-5 $S_b/A - L/\phi$ 関係

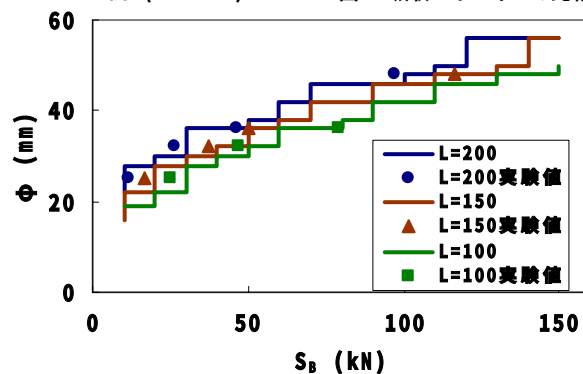


図-6 アンカーバーの直径 ϕ と最大せん断力 S_b の関係