

(I-36) サンドラバー充填鋼管はりの衝撃実験

防衛大学校 正員 ○伊藤一雄
防衛大学校 正員 石川信隆

防衛大学校 正員 香月 智
シバタ工業 (株) 生駒信康

1. 緒言

オープン型鋼製砂防ダムの鋼管部材にコンクリートやラバーを充填すると吸収エネルギーが向上することが過去に著者ら^{1),2)}によって確かめられた。しかし、コンクリートやラバーは、養生・施工法や費用面で難点があるため、安価で現場での入手が容易な砂とラバーを鋼管内部に充填したサンドラバー充填鋼管はりが開発されている。本研究は、このサンドラバー充填鋼管はりの静的実験および衝撃実験を行い、砂の充填効果について実験的に考察したものである。

2. 実験の概要

2.1 供試体

供試体は、図-1に示す一般構造用炭素鋼管(鋼管径 $\phi=89.1\text{mm}$ 、肉厚 $t=3.2\text{mm}$ 、鋼管長 80cm)の内部にラバー厚 21mm を充填したA供試体、 11mm 充填したB供試体および中空鋼管のC供試体に、平均粒径 6mm (大粒径)と 1mm (小粒径)の砂2種類を充填した計6種類の供試体を用いた。砂は、気乾状態のものを使用し、振動を加えながらそれぞれの鋼管に一定の単位体積重量(1.4gf/cm^3)になるよう充填した。

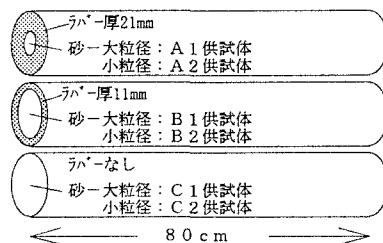


図-1 供試体

2.2 実験装置

(1) 静的曲げ実験 静的曲げ実験は、図-2に示すように供試体をスパン 60cm で単純支持し、その中央部にアムスラー型荷重装置で荷重を加える方法で行った。荷重体は $\phi=50\text{mm}$ の円柱形の接触形状を持つ荷重用治具を用い、荷重は荷重板にとりつけたロードセルにより、変位はレーザー式変位計を用いて荷重板の変位(試験体の上変位)と試験体の下縁の変位(下変位)を測定した。

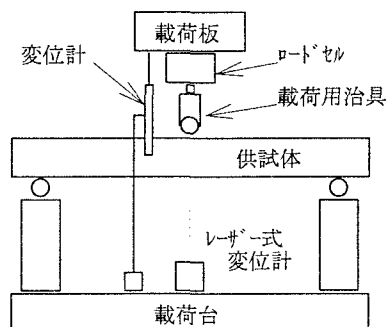


図-2 静的曲げ実験装置

(2) 高速荷重実験 高速荷重実験は、図-3に示すような高速変形荷重荷重装置を用いて、 4m/s の一定の速度で静的曲げ実験と同様にスパン 60cm で単純支持した供試体の中央点荷重による曲げ実験を行った。

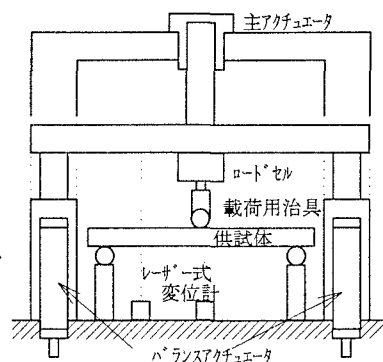


図-3 高速変形荷重荷重装置

3. 実験結果および考察

3.1 静的荷重～上変位関係

図-4(a)～(f)の実線は、各供試体ごとの静的曲げ実験の荷重～上変位関係を示したものである。比較のために図-4(f)に中空鋼管の実験結果も併せて示す。ここで、図中の静的-1, 2は、静的実験の1回目、2回目を意味する。これより、中空鋼管は、顕著な軟化型の弾塑性挙動を示すのに対して、砂やラバーを充填した場合には全般的に硬化型弾塑性挙動となり、大きな変位領域でも安定した耐力を発揮することがわかる。しかし、小粒径砂のラバー厚 11mm 、 21mm では同一種類の供試体においても塑性領域での耐力力のばらつきが大きい。

3.2 高速荷重の荷重～上変位関係

図-4(a)～(f)の点線は、高速載荷実験から得られた荷重～上変位関係を示したものである。これより、高速の場合の耐力は静的よりも1.1～1.4倍大きくなり、変位50mmでB2供試体で1.1倍、C2供試体で1.4倍となる。また計測のばらつきについては、静的よりもやや小さいように見られる。

3. 3 吸収エネルギー

表-1は、前述の荷重～上変位関係を上変位10cmまで積分して得られた吸収エネルギーを示したものである。これより、静的ではC2、A2、A1、B2、C1、B1の順に大きく、高速ではC2、A2、A1、C1、B2、B1の順に大きくなっている。すなわち、全体的な傾向としては、砂のみのC供試体とラバー厚21mmのA供試体が同程度で、ラバー厚11mmのB供試体の吸収エネルギーが小さくなっている。また充填する砂は、小粒径の砂の方が大粒径の砂に比べて吸収エネルギーが大きくなる傾向がみられる。これは、粒径が小さいと密に詰まり易いためと考えられる。さらに、高速載荷の吸収エネルギーは静的に比べて約1.1～1.4倍大きく、ひずみ速度効果の影響が見られる。

図-5は、ラバーの厚さと静的吸収エネルギーの関係を示したもので、これより、ラバー厚が約20mmで吸収エネルギーが大きくなることがわかる。ラバーなしの場合では、大粒径の場合は吸収エネルギーが小さくなり、小粒径では吸収エネルギーが最大となっている。すなわち、ラバーの厚さが厚いと砂の粒径の影響が少なくなることがわかる。

4. 結言

本研究の結果をまとめると以下ようになる。

- (1) 砂とラバーを充填した鋼管は、中空に比して顕著に耐力および吸収エネルギーが上昇する。
- (2) 中詰の砂は、小粒径のものの方が耐力が大きく望ましいが、ラバーと併用するとばらつきが大きくなる。
- (3) ラバーと砂を併用して用いる場合には、中詰材の粒径に対して最適厚さ(本実験では約20mm)が存在し、ラバーの厚さが厚いほど砂の粒径の影響が小さくなる。

- 1) 伊藤・石川・生駒・鈴木:ラバー巻き・充填鋼管はりの衝撃実験,新砂防Vol.45-No.4, pp.9～14, 平成4年
- 2) 伊藤・石川・川嶋・鈴木:モルタル充填鋼管はりの衝撃限界吸収エネルギーに関する実験的考察,構造工学論文集Vol.37A, pp.1581～1589, 平成3年4月

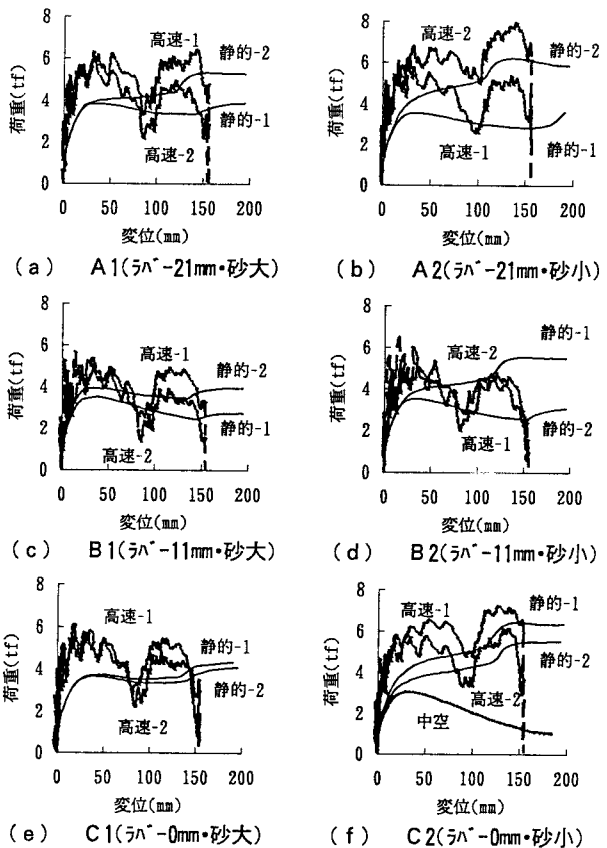


図-4 各供試体の荷重～上変位関係

表-1 上変位10cmでの吸収エネルギー

供試体種類	静的曲げ実験 (tf・cm)			高速載荷実験 (tf・cm)		
	No.1	No.2	平均	No.1	No.2	平均
A1(ラバ-21mm・砂大)	34.5	38.2	36.4	48.4	42.7	45.6
A2(ラバ-21mm・砂小)	31.5	41.7	36.6	56.1	43.0	49.6
B1(ラバ-11mm・砂大)	30.6	35.1	32.9	37.3	36.4	36.9
B2(ラバ-11mm・砂小)	37.4	31.1	34.3	35.9	39.0	37.4
C1(ラバ-0mm・砂大)	33.6	32.6	33.1	44.0	41.7	42.9
C2(ラバ-0mm・砂小)	41.9	35.9	38.9	55.3	48.8	52.1

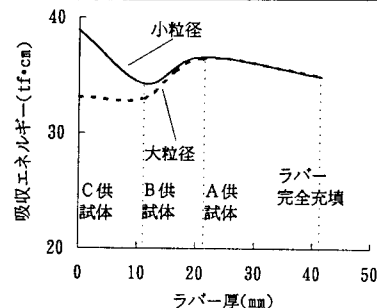


図-5 吸収エネルギー～ラバー厚関係