

(I - 23) ラバー充填鋼管はりの衝撃破壊実験に関する基礎的考察

防衛大学校 学生員 ○伊藤一雄 防衛大学校
シバタ工業(株) 生駒信康 砂防・地すべり技術センター

正員 石川信隆
鈴木 宏

1. 緒言

著者らは、鋼製砂防構造物の耐衝撃性能向上のための基礎的研究として、コンクリート充填鋼管およびラバー付き鋼管の耐衝撃性について実験的および解析的に考察を行ってきた^{1)・2)}。本研究は、新しい複合部材として、ラバーを充填した鋼管はりに対して静的および衝突実験を行い、エネルギー的観点からラバー充填の効果について実験的に考察を行ったものである。

2. 実験の概要

(1) 試験体 実験に用いた試験体は、図-1のようにSTK41Kの鋼管(鋼管径=89.1mm, 肉厚=3.2mm, 鋼管長=80cm)で、(A)中空のもの、(B)鋼管にラバーを半分充填したもの、(C)ラバーを完全に充填したもの、および(D)ラバー+鋼繊維を完全に充填したものの4種類を用いた。

(2) 静的荷重実験 図-2に示すように、試験体をスパン60cmで単純支持し、その中央点に荷重を加えて実験を行った。測定項目は、ロードセルで荷重を、ひずみ式変位計で上変位(載荷板の変位)および下変位(試験体下縁の変位)を計測し、この差より局部めり込み量を求めた。ひずみは、図-2に示す位置にひずみゲージを貼付して測定した。

(3) 落錘式衝突載荷実験 図-3に示すように、重錘を試験体中央部に自由落下により衝突させる衝突載荷実験を行った。試験体は、スパン60cmで単純支持し、静的実験と同じ載荷用治具を試験体上に設置した。測定項目は、重錘にとりつけたロードセルで荷重を、載荷用治具(はりの上縁)とはりの下縁の変位をそれぞれ光学式変位計を用いて測定した。ひずみについては静的実験と同じ位置にひずみゲージを貼布し計測した。

(4) 実験ケース 本実験は、重錘の衝突速度を一定として、重錘の重量を表-1に示すように組み合わせて実験を行った。

3. 実験結果および考察

(1) 静的荷重実験 静的荷重実験から得られた荷重～上変位関係を図-4に示す。これからCタイプとDタイプは硬化型弾塑性挙動を示し、AタイプとBタイプは軟化型弾塑性挙動を示している。BタイプはAタイプとC・Dタイプの間中間的な傾向を示している。これは、Aタイプの中空鋼管は、局部変形の影響により断面が変形するため軟化型を示し、CとDのラバー完全充填についてはラバーが側圧により剛性が上昇するため硬化型を、Bタイプはその中間の挙動を示すものと考えられる。一方、比較のために示したコンクリート充填鋼管の場合の耐力は、中空鋼管・ラバー充填鋼管に比べて約2～3倍大きい、変形性能は小さく、また破壊状態も刃物で切断したように脆性的な性質を示した。

図-5に図-4の荷重～変位関係を逐次積分して得られた吸収エネルギー

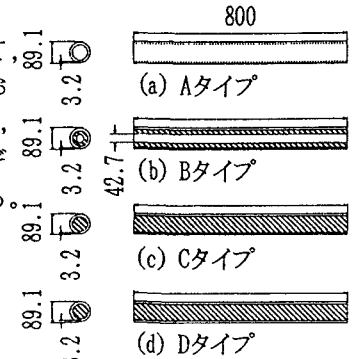


図-1 試験体の概要

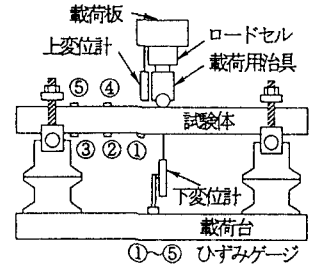


図-2 静的荷重実験装置

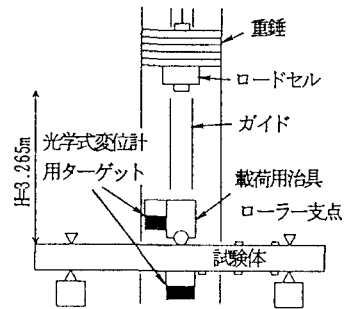


図-3 落錘式衝突実験装置

表-1 実験ケース

N.º	試験体	試験体名	重錘重量
1～3	A	A1E1	100Kg f
4～6	A	A1E2	150Kg f
7～9	B	B1E1	100Kg f
10～12	B	B1E2	150Kg f
13～15	C	C1E1	100Kg f
16～18	C	C1E2	150Kg f
19～21	D	D1E1	100Kg f
22～24	D	D1E2	150Kg f

(衝突速度V=8m/s一定)

ギー～変位関係を示す。これからも中空に比べてラバーを充填した方が吸収エネルギーが大きいことがわかる。特に、ラバー完全充填の特徴である硬化型の挙動により変位が大きくなってからの吸収エネルギーは大きくなっている。また、コンクリート充填鋼管の場合は変位が小さいときの吸収エネルギーの立ち上がりは大きいが脆性的に破壊してしまうために吸収エネルギーは一定となる。これに対し、ラバー充填の場合立ち上がりの勾配こそ小さいが変形が進むほど吸収エネルギーは大きくなり、変位15cmではコンクリート充填鋼管と同じ程度の吸収エネルギーがあることが認められた。

(2) 落錘式衝突載荷実験 図-6に衝突実験の荷重～変位関係を示す。図中の点線は静的実験の荷重～変位関係を表しているが、これより衝突実験の荷重～変位関係は、静的実験の荷重～変位関係を中心として振動するような形を示している。衝突実験からもラバーを充填したものは硬化型の弾塑性の特徴を示していることがわかる。

図-7に衝突実験の吸収エネルギー～変位関係を示す。点線は静的実験の吸収エネルギー～変位関係を示している。これからも一定の運動エネルギーEをすべて吸収したと仮定した場合($U=E$)の最大変位は、AタイプとDタイプについて比較してみると、 $E=40\text{tf}\cdot\text{cm}$ ではAは約20cm、Dで約12cmとラバー充填の効果が約40%現れている。

次に、静的実験のエネルギー～変位関係と比較してみると、衝突実験のエネルギー～変位関係の方がやや大きな値を示している。これは、ひずみ速度効果による影響と考えられるが、静的と衝突の差はそれほど顕著ではない(約10%～15%)、これより、静的実験から得られたエネルギーは安全側にでているので、これを設計用の吸収エネルギーとしても良いと考えられる。

4. 結論

- (1) ラバー充填鋼管の場合、中空鋼管に比べて大きな変位でラバー充填の効果が表れる。
- (2) コンクリート充填鋼管の場合、剛性は高いが、その反面脆性的となり小さい変位で破断してしまう。
- (3) ラバー充填鋼管の場合吸収エネルギーはコンクリート充填鋼管よりと大きな変位(約15cm)で同等になる。
- (4) 衝撃吸収エネルギーは、静的吸収エネルギーよりもやや大きく後者を設計用の吸収エネルギーとみなしてもよいと思われる。

参考文献

- 1) 伊藤一雄, 石川信隆, 川嶋幾夫, 鈴木宏: 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, 1991年3月,
- 2) 伊藤一雄, 石川信隆, 生駒信康, 鈴木宏: ラバー付き鋼管はりの衝撃実験に関する基礎的考察, 平成3年度砂防学会研究発表会概要集, pp.26～29, 1991年5月

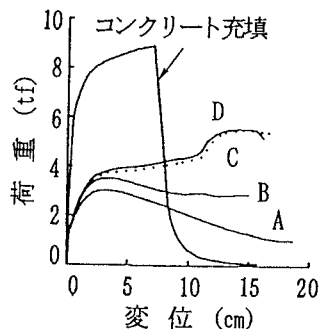


図-4 静的荷重～変位関係

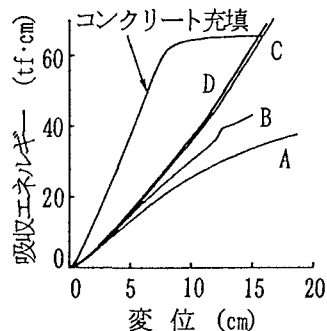


図-5 静的吸収エネルギー～変位関係

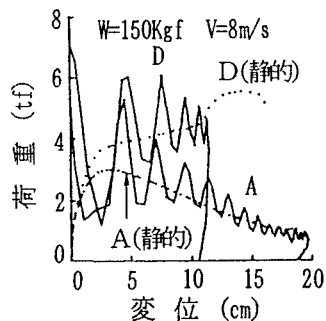


図-6 衝突荷重～変位関係

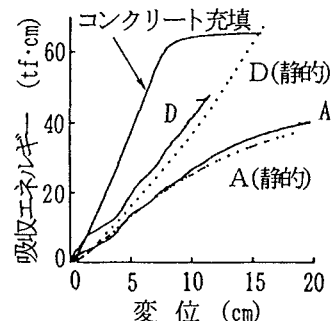


図-7 衝突吸収エネルギー～変位関係