

(I - 43) 弾性支持された鋼管支柱の衝撃応答について

防衛大学校 土木工学科 学生員 ○喜多 龍一郎
シバタ工業 川上 千歳
防衛大学校 土木工学科 正 員 小暮 幹太
同 上 正 員 藤掛 一典

1. 緒言

道路整備が進み、自動車走行性能の向上により事故発生時における衝突速度が大きくなり、ガードレールを突き破り路肩から転落したり、中央分離帯を越えて対向車線に突っ込み対向車と衝突するケースが増加している。このような状況下で安全性と機能の両方に対して、ガードレール等の防護柵に要求される性能は厳しいものになってきている。

そこで本研究は、ガードレールを想定した鋼管支柱の埋め込み部の支持条件の違いが衝撃応答に及ぼす影響を把握するとともに支柱埋め込み部の支持材料にゴムと繊維の積層構造を持つラバーファイバーを用いた場合の衝撃に対する緩衝材としての有効性を確かめるものである。

2. 実験の概要

(1) **試験体** 実験に用いた試験体ケース及び概略図を表-1、図-1に示す。鋼管支柱には一般構造用炭素鋼管(STK400、外径 $\phi=114.3\text{mm}$ 、肉厚 $t=4.5\text{mm}$)を用い、支柱埋め込み部の支持条件の違いが衝撃応答に及ぼす影響を把握するためにラバーファイバーを同心円状に巻いて積層化した試験体(A-1)、天然ゴムを巻いた試験体(C)、およびかなり剛な支持条件としてモルタルで支持した試験体(D)を作製した。これらの試験体の支持部の外径は34cmとし埋め込み長は50cmとした。ラバーファイバーを支持材としたものについてはさらに埋め込み長さ及び巻き厚の違いによる応答特性を把握するためにA-2、B-1、B-2試験体を作製した。ラバーファイバーの巻き厚23cmの試験体については試験体固定治具の関係からその周りをモルタルで巻いて外径34cmとなるようにした。

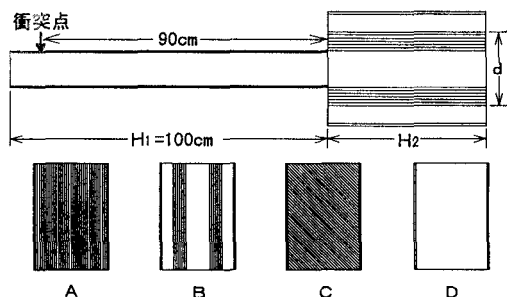


図-1 試験体の概略

表-1 試験体ケース

試験体	支持部材料の種類	ゴム径	埋め込み長
		d (cm)	H2 (cm)
A-1	ラバーファイバー	34	50
A-2	ラバーファイバー	34	100
B-1	ラバーファイバー	23	50
B-2	ラバーファイバー	23	100
C	天然ゴム	34	50
D	モルタル	-	50

(2) **実験装置** 実験は、防衛大学校所有の水平衝撃実験装置を用いた。試験体は支持部を固定治具により固定し、鋼管支柱の支持面から90cmの位置に衝突体(重量約100kgf)を3種類の速度レベルで衝突させた。衝撃現象の計測には図-2に示すように加速度計、ひずみゲージを貼り付け、鋼管の変位はレーザー式変位計を用いて測定した。

3. 実験結果

(1) **試験体の変形・損傷の状況** 写真-1~3に、支持条件の異なる3種類の試験体に対して、衝突体の衝突速度約13m/secで生じた支柱支持部付近の変形

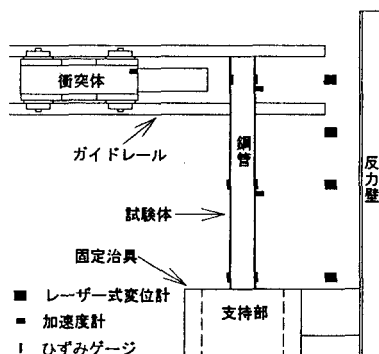


図-2 試験体の設置と計測位置

状況を示す。モルタルで支持された試験体Dでは、支柱の埋め込み部上面より約4 cm程度のところで圧縮側に局部座屈が見られる。これに対してラバーファイバー、天然ゴムを用いた試験体では、圧縮側の局部座屈は見られずかなりの長さにわたって鋼材が十分塑性変形をした状況が判る。また、図-3に、各試験体における衝突速度と実験終了後の鋼管支柱上端の残留変形量の関係を示す。鋼管上端の残留変形量については、支持条件の違いによる大きな差は見られない。しかし、支柱支持部付近の変形状況を合わせて考えると、モルタルで支持された試験体では埋め込み部上面付近の局部座屈による局所的な変形が卓越するのに対してラバーファイバー及び天然ゴムを用いた試験体では鋼管の変形は分散され埋め込み部の中まで及んでいると思われる。

(2) 衝撃継続時間～衝突速度の関係 鋼管支柱の中間部に貼り付けたひずみゲージの計測値は今回行った実験条件ではすべての実験ケースに対して弾性範囲内の値であった。そこで、このひずみゲージの計測値に基づいて求めた衝撃継続時間と衝突速度の関係を図-4に示す。モルタルで支持された試験体Dに比べてラバーファイバー及び天然ゴムで支持された試験体A、B、Cでは、その衝撃継続時間は約1.2～2倍に増加しているのが分かる。しかし、速度レベルが速くなるとゴムの巻き厚の大きな試験体A、Cでは衝撃の継続時間が減少している。これに対し、ラバーファイバーの巻き厚の小さな試験体Bでは、衝突速度レベルの速い範囲においても継続時間が増加する傾向にあることが分かる。

4. まとめ

今回の実験によりラバーファイバー及び天然ゴムを鋼管支柱の支持材として用いた場合の方が、モルタルを支持材として用いた場合に比べて鋼管自体の変形を分散できることが分かった。衝撃継続時間～衝突速度の関係からラバーファイバー等を鋼管支柱の埋め込み部の支持材として用いる場合、その最適な巻き厚が存在すると思われる。

今後は、実験により計測されたデータを詳細に整理・検討を行うとともに数値解析を通して各種支持条件の違いによる鋼管支柱の衝撃応答を検討する予定である。

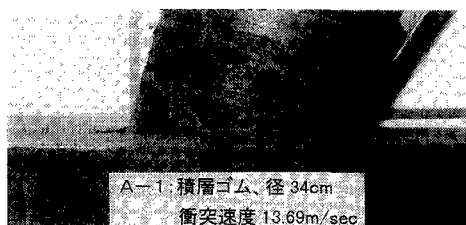


写真-1 変形状況 (その1)



写真-2 変形状況 (その2)

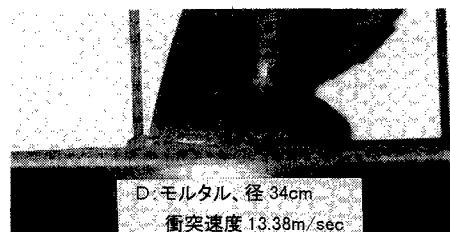


写真-3 変形状況 (その3)

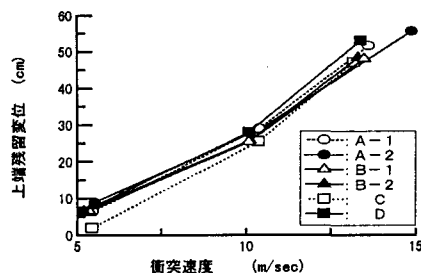


図-3 上端残留変位～衝突速度

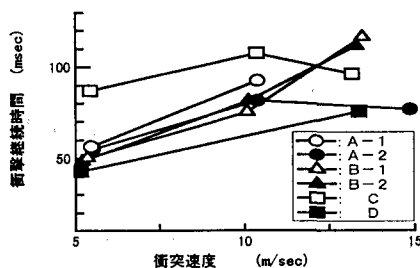


図-4 衝撃継続時間～衝突速度