

ゴム・鋼併用型耐震緩衝装置の開発に関する研究 -緩衝用鋼管の基本特性の把握-

建設情報研究室

学生氏名 横内 良昭

指導教員 皆川 勝

1. 研究背景

兵庫県南部地震の甚大な被害を受けて、地震力に耐えようとする剛の構造から、地震力の伝達を絶縁、吸収、または緩和するといった柔の構造へと橋梁における耐震設計が、大きく変わった。しかし、大規模な地震の場合、免震支承を用いた橋梁では桁の応答変位が大きくなるため、伸縮装置を大きくするか又は落橋防止装置を設置する必要があるが、経済的、合理的な面から見て後者のほうが望ましい。そこで、荷重の急激な立ち上がりの抑制、衝突力の低減、桁の運動エネルギーの吸収性能に優れるものとしてゴムと鋼管を併用した落橋防止用緩衝装置を用いることが皆川等により提案された。

本研究では、主要部材である鋼管に静的荷重を施し、鋼管断面のひずみを計測することによって、鋼管の弾塑性挙動を詳細に調べることにより、鋼材の基本特性を把握することを目的とする。

2. 実験方法

サーボジャッキの両端をピンで固定した荷重試験機を用いた。剛体とみなせる型鋼の中央に溝を掘り、ひずみゲージが潰れないように試験体を設置した。静的に荷重を載荷し、荷重計及びレーザー変位計により荷重と変位を測定した。変位が進まず荷重だけが增加し続ける所(250KN)を載荷可能な最大荷重とし、実験を中断した。また、各荷重測定時における各ポイントのひずみも計測した。

3. 緩衝材の寸法および形状

3種類の寸法の鋼管で各3体ずつ実験を行った。鋼管の材質はSS400に相当するSTKM13Aとした。試験体の形状及び寸法を図-1に示す。また、試験体の奥行きを100mmとした。また、70*4(外径70mm、厚さ4mm)、110*8、110*10の3つの鋼管を使用して、外径70mmの鋼管に8ポイント、外径110mmの鋼管に16ポイント、それぞれ鋼管の外側と内側にひずみゲージを貼付けた。図-2にひずみゲージ貼付け位置を示す。

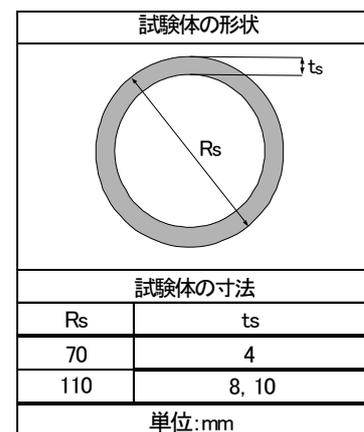


図-1 試験体の形状及び寸法

4. 実験結果

図-3に70*4の場合のひずみ分布を示した。測点2,4,6,8はひずみの増減が無いことが分かる。一方1,3,5,7はひずみが生じていることから、鋼管の変形挙動に大きく影響していると考えられる。

実験から得られた結果をリングの公式と比較することにより、鋼管の力学特性を検証した。測定したひずみ ϵ と荷重 P (kN)、断面係数 $W(\text{mm}^3)$ 、鋼材のヤング率 E ($200\text{kN}/\text{mm}^2$)を用い、曲げ応力 $\sigma = \epsilon \cdot E$ と $\sigma = MW$ から曲げモーメント M ($\text{kN} \cdot \text{mm}$)を算出した。算出した曲げモーメントの実験値 M_E ($\text{kN} \cdot \text{mm}$)と、

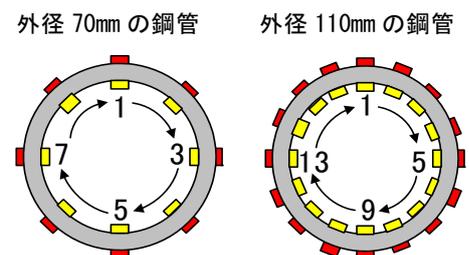


図-2 ひずみゲージの設置点

リングの公式 $M = P R (0.3183 - 0.5 \sin \theta)$ (R : 鋼管半径) より算出される曲げモーメントの理論値 M_T (kN・mm) から相関図(図-4)を作成し比較検討した。なお縦軸は実験値の曲げモーメント M_E (kN・mm) を、横軸は理論値の曲げモーメント M_T (kN・mm) を示している。実線は実験値と理論値が一致する理想関係の直線である。この結果、鋼管の弾性変形は、リングの公式でほぼ表せることが示された。

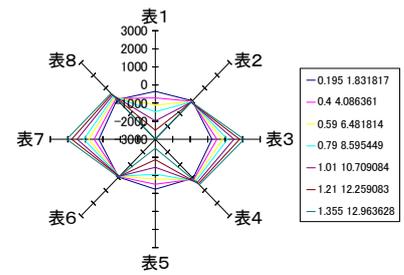


図-3 弾性ゲージによるひずみ分布

5. ひずみ-変位、荷重-変位関係

引張実験より鋼材の降伏ひずみは 1300μ となることが分かっている⁴⁾。ひずみ-変位、荷重-変位関係図(図-5~7)で、上記結果から 1300μ 、 -1300μ を横点線で示し、荷重-変位関係の降伏点を縦点線で示した。鋼管 70*4(図-5)では初めに上下測点 1,5 が降伏し、次に左右測点 3,7 が降伏した。110*8(図-6)、110*10(図-7)では初めに上下測点 1,9 が降伏し、次に左右測点 5,13 が降伏した。鋼管の永久変形に直接影響を及ぼしているのは、降伏点と降伏ひずみの交点にひずみ-変位曲線が交わっている左右測点であると考えられる。

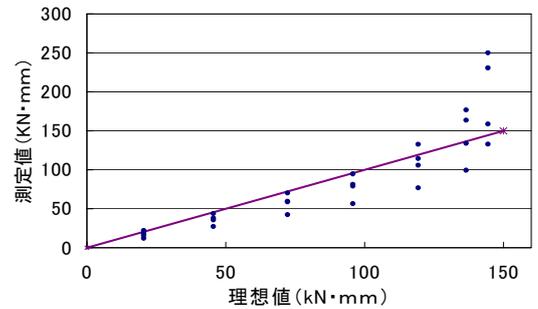


図-4 理論値-実験値の相関図

6. 結論

リングの公式の妥当性、ひずみ-変位、荷重-変位関係図の結果から、鋼管の弾性変形が明らかとなった。

<参考文献>

- 1) 皆川勝, 藤谷健: ゴム鋼併用型耐震緩衝措置の開発に関する研究, 土木学会論文集, Vol. 689/I-57, pp.343-353, 2001.10.
- 2) 土木学会関西支部: 緩衝型落橋防止システムに関する調査研究, 土木学会関西支部講習会テキスト, 2001.7
- 3) 土木学会: 構造力学公式集, pp. 407, 1986.
- 4) 石黒 聡: ゴム・鋼併用型耐震緩衝装置の開発に関する研究-緩衝用鋼管の弾性変形特性に関する実験的検討-, 平成 14 年度武蔵工業大学土木工学科卒業論文概要集, 2003.2

謝辞: 実験実施にあたり武蔵工業大学の仲宗根茂技士、佐藤安雄技士、並びに土井雄司氏にご協力頂きました。本論文は、以上の皆様方の絶大なるご支援、ご協力なくしては成り立つ事はできませんでした。ここに深く感謝の意を表します。

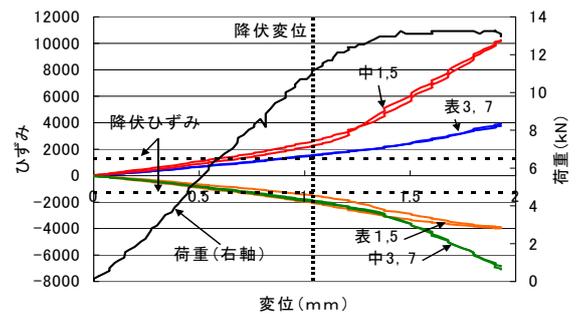


図-5 ひずみ-変位、荷重-変位関係図 (70*4)

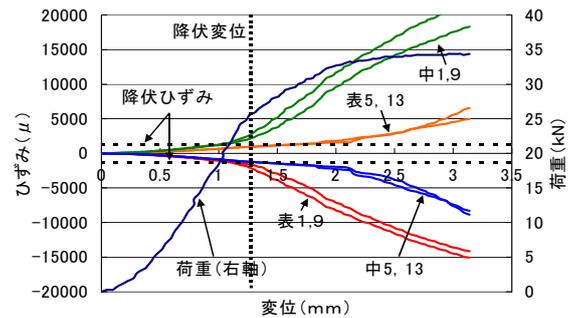


図-6 ひずみ-変位、荷重-変位関係図 (110*8)

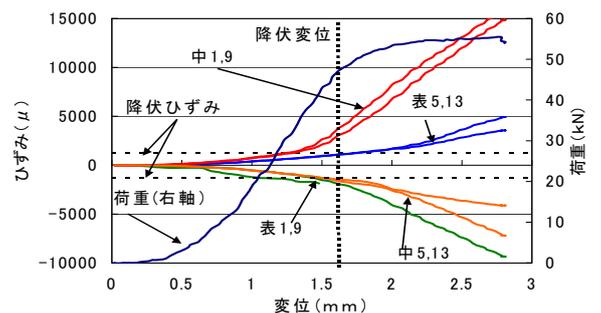


図-7 ひずみ-変位、荷重-変位関係図 (110*10)