

(I - 31) 局部めり込みを考慮した鋼管はりの限界変形性能について

防衛大学校土木工学科 学生員 ○松木 昭彦 正員 星川 辰雄 正員 石川 信隆

1 緒言 本研究は、巨礫の衝突を受ける鋼製砂防ダムの部材である鋼管はりにおいて、局部めり込み量が全体の吸収エネルギー量にどの程度の影響を及ぼすかを検討するため、まず基礎的段階として、静的載荷実験によって巨礫の先端形状の違いが局部めり込み量および全体変位に与える影響、ひいては耐力および変形性能に及ぼす影響について調べるものである。すなわち、球体型、円柱体型およびくさび型の3種類の先端形状を変化させて載荷させ、その耐力および限界変形性能、さらには吸収エネルギーについて考察を行ったものである。

2 静的載荷実験の概要

(1) 試験体の諸元 試験体の実験に用いた試験体は、一般構造用炭素鋼管 (JIS G3444 STK41) で鋼管の諸元は表-1の通りである。

(2) 静的載荷実験 図-1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50t型アムスラー載荷装置で荷重を加えて実験を行った。測定項目は、載荷点荷重、載荷点上変位 (試験体上縁の変位)、下変位 (試験体下縁の変位) およびひずみで、荷重は載荷板に取り付けたロードセルで、また変位は、ひずみ式変位計を用いて上変位および下変位を計測した。ここで上変位は、図-2に示すようにはりの局部めり込みを含むはり全体変位 (a) を示し、また下変位は、はり下端の変位量 (b) を示す。よって、局部めり込み量 (c) は上変位から下変位を引くことにより求めることができる。また、載荷体の先端形状の違いによる影響を調べるため、図-3のような球体型 (Aタイプ)、円柱型 (Bタイプ) くさび型 (Cタイプ) の載荷体を載荷点に接触させて実験を行った。

3 実験結果および考察

(1) 荷重～変位関係 荷重～上変位関係および荷重～局部めり込み量関係をそれぞれ図-4、図-5に示す。まず図-4より3タイプ共に軟化型の傾向を示し、変位が小さい範囲内では概ね等しい挙動を示すが、変位が大きくなると、最大荷重は、A、B、Cタイプの順に小さくなっている。ここで、図-6に実験後の試験体の局部めり込みの変形状況を示すが、図-6から同じめり込み量に対し、AタイプはB、Cタイプに対し、鋼管の残留径が大きいいため断面2次モーメントが大きいと考えられる。また、Cタイプは、はりの軸方向に対し集中荷重となるが、A、Bタイプは、めり込みの進展と共に分布荷重の傾向を示し、載荷条件はCタイプが最も厳しくなる。これが原因で最大荷重に影響を与え、A、B、Cの順に荷重が小さくなったと考えられる。なお、本研究では限界変位を最大荷重時における上変位と定義して、図-4に●で示した。図より、限界変位はA、B、Cタイプの順に小さくなることが認められた。また、図-5より局部めり込み～変位関係においても図-4とほぼ同じ傾向を示している。

次に、既往の研究¹⁾において、荷重と局部めり込みの関係を次式で提案している。

$$P = \frac{1}{4} K \sigma_y t^2 \left(\frac{\delta_d}{D} \right)^{0.5} \quad (1)$$

表-1 鋼管の諸元

鋼管径 (mm)	89.1
肉厚 (mm)	3.2
スパン長 (cm)	60.0
鋼管長 (cm)	80.0
降伏応力 (kgf/cm ²)	3900
引張強さ (kgf/cm ²)	4600
伸び (%)	2.8

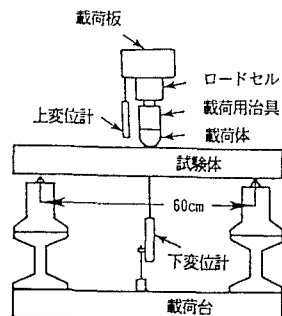


図-1 静的載荷実験装置

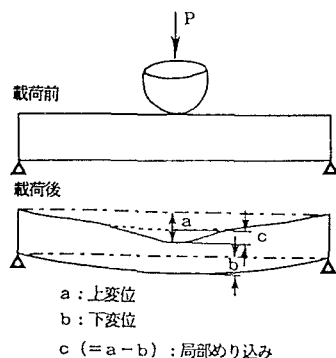


図-2 変位の測定

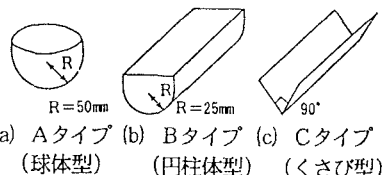


図-3 載荷体の先端形状

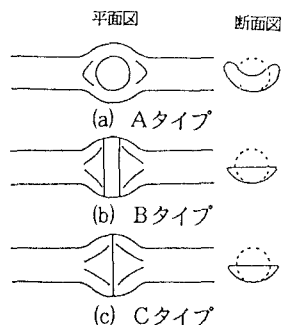
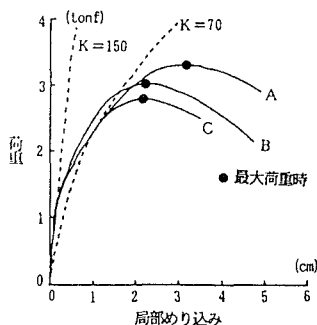
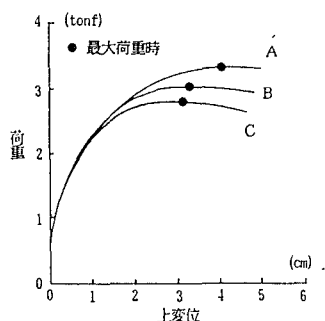


図-4 荷重～上変位関係 図-5 荷重～局部めり込み関係 図-6 試験体の載荷部の状況

ただし、 P : 荷重、 K : 実験定数、 σ_y : 鋼管の降伏応力、 D 、 t : 鋼管径および肉厚、 δ_0 : めり込み量。ここで、ELLINASら¹⁾は $K=150$ としているが、本実験値とは全く合わない。一方川井ら²⁾は $K=70\sim80$ としているが、やや本実験結果と一致している。しかし、式(1)ではりの荷重～局部めり込み関係を推定することは、やや無理があると思われる。

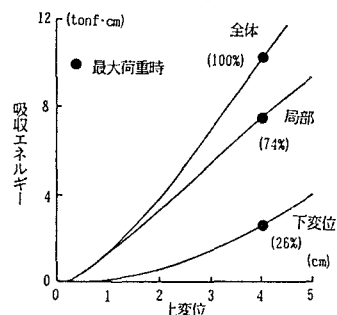
(2) 吸収エネルギー～変位関係 図-7は、図-4、5に示す荷重～変位曲線の面積から得られるエネルギー～変位曲線を載荷体の先端形状別に分類し図示したものである。図より、最大荷重時までの局部吸収エネルギー量はA、B、Cの順に小さく、A (7.6tonf・cm) に対しB (5.2tonf・cm) は69%、C (4.9tonf・cm) は65%となることが認められた。また、全吸収エネルギーについても、A (10.2tonf・cm) に対しB (7.9tonf・cm) は78%、C (6.8tonf・cm) は67%となり、載荷体の形状により局部および全吸収エネルギーに差異が生じ、くさび型が最も厳しい載荷条件となることが認められた。これに対し、全吸収エネルギーに対する局部吸収エネルギーの割合は、Aは74%、Bは69%、Cは72%と載荷体の先端形状によらず概ね等しい値を示すことが認められた。

4 結論 本研究により得られた成果をまとめると、以下のようになる。

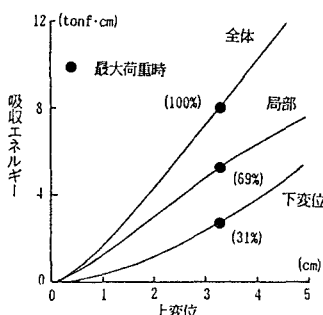
(1) 載荷体の形状の違いは、変形が微小な範囲ではあまり影響を及ぼさないが、変形が大きくなるに従い荷重および変位に影響を及ぼすことが認められた。特に、載荷体の形状がくさび型の場合は、最大荷重、局部めり込み量およびりの限界変位をも低減させる厳しい載荷条件となることが認められた。

(2) また、載荷体の形状の違いにより全吸収エネルギーは異なるが、全吸収エネルギーに対する局部吸収エネルギーの割合は、ほぼ等しくなることが認められた。

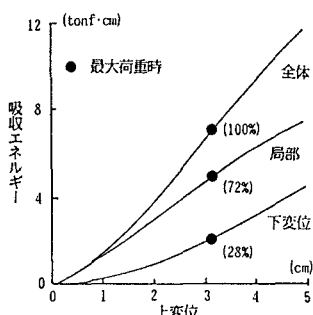
(3) 今回は単純はりについて検討を行ったが、支点条件により異なった挙動を示すことが予想される。これについては今後検討する予定である。



(a) Aタイプ (球体型)



(b) Bタイプ (円柱体型)



(c) Cタイプ (くさび型)

図-7 吸収エネルギー～上変位関係

参考文献 1) Charles P. ELLINAS and Alastair C. WALKER: Damage on Tubular Bracing Member, IABSE COLLOQUIUM COPENHAGEN 1983, Vol. 42 2) 川井豊, 石渡正夫, 山野井節雄: 鋼管部材の耐力実験, 落石等による衝撃問題に関するシンポジウム, pp.9~14, 1991年3月