

(246) パイプSRにおける真円度変化の解析

日本鋼管㈱ 技研福山 平 忠明 ○石原 利郎 市之瀬弘之

1. 緒言：大径溶接鋼管は用途によっては応力除去焼鈍(SR)を指定されるが、大径薄肉鋼管においては自重によるクリープ変形が顕著に現れ真円度を害する場合がある。そこで鋼管SR時に生じるクリープ変形を力学的に解析しSR時の鋼管真円度変化について検討した。

2. 実験方法：実験は巾200mmの円環状試験片を管軸を水平に電気炉へ装入しSRを行ないSR前後での真円度を測定した。また実験の妥当性を検討する目的で実際の鋼管についても同様の測定を行った。実験条件を表1に示す。なお

表1 供試材およびSRの条件

分類	管寸法		グレード	SR条件	
	外径(mm)	管厚(mm)		保持温度(℃)	保持時間(hr)
円環	610.0	2.9	5LB相	650, 600	0.25~4
		6.0	当	500	
実管	762.0	9.5	5LB	625, 500	0.5~2
	914.4			500	2

3. 解析方法：力学モデルとしては鋼

管を自重を有する薄肉片持ち曲り梁で近似し単純曲げ理論と時間硬化型クリープ力学理論を組合せて解析した。その結果自重弾性変形による真円度変化量(OR)_EおよびSRによる真円度変化量(OR)_Cはそれぞれ次式で表わされる。

$$(OR)_E = 3r(R^2/t)^2 \cdot \pi(\pi-2)/2E \quad (1) \quad r: \text{比重量} \quad R: \text{鋼管半径} \quad t: \text{管厚} \quad E: \text{ヤング率}$$

$$(OR)_C = KG \exp(-T_0/T) [2r(2\beta+1)/\beta]^\beta (R^2/t)^{1+\beta} \tau^n \quad (2) \quad T: \text{保持温度} \quad \tau: \text{保持時間}$$

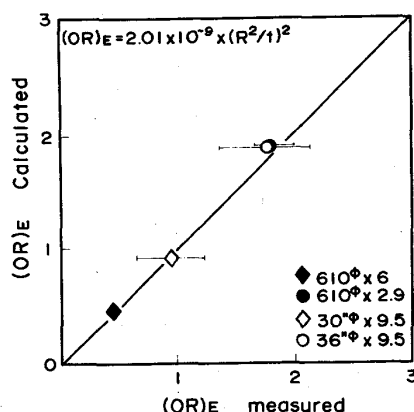
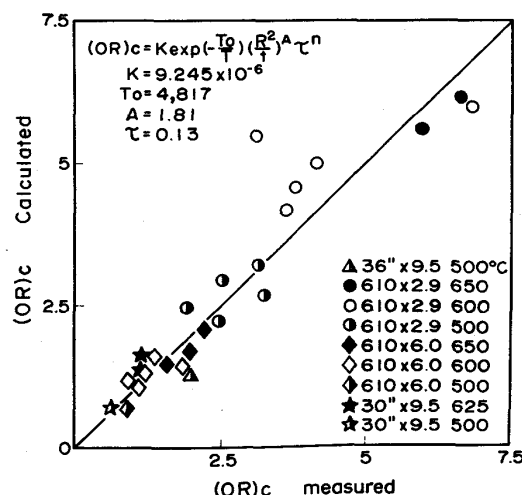
ただしK, T₀, β, n: クリープ定数 G: 力学的条件およびβによって定まる定数

4. 結果：図1は(OR)_Eの計算値と実測値を比較したもので両者はよく一致している。次に(OR)_Cは計算を行なうには(2)式の諸定数を予め決定する必要がある。これらは原理的には単軸クリープ試験からも決定しうるがSR時のクリープ現象は応力2Kg/mm²以下の極低応力下での遷移クリープと推定され、この領域の単軸クリープ曲線の測定は精度上問題がある。そこで実測した(OR)_Cをもとに重回帰分析により諸係数を決定した。その結果図2の如く計算値と実測値はよく一致し、また円環の場合と実管の場合で特に差異は認められない。このことから式(2)

(あるいは図2中に記した式)を用いれば鋼管のSR時

の真円度変化をかなり正確に予測できることが結論される。

(注)真円度=(最大直径-最小直径)/2で定義

図1 (OR)_Eの計算値と実測値の比較図2 (OR)_Cの計算値と実測値の比較