

CORRELACIONES COD-KCV EN LOS DEPOSITOS DE SOLDADURA DE UNIONES A TOPE CON EL PROCESO SMAW DE UN ACERO DE ALTO LIMITE ELASTICO

*M. A. Román*  
M. A. Román, E. Ayala

Babcock & Wilcox Española, S.A, Apto. 294 BILBAO

Las elevadas tensiones que se originan durante la soldadura crean riesgos durante la fabricación que se evalúan por medio de la teoría de la mecánica de la fractura.

Para ello es necesario realizar costosos ensayos de COD y de larga duración, para cada espesor, procedimiento de soldadura y tratamiento térmico.

En este trabajo se presenta las correlaciones buscadas entre los valores Charpy-límite elástico con los valores COD para conseguir una fabricación más rápida y competitiva por medio de la disminución de ensayos de COD.

*VST 500 ← acero alemán*

The manufacturers of big pressure vessels seeking extra security need to use the fracture mechanic criteria to evaluate the risks during fabrication and service.

Expensive and time consuming COD testing is then required for specific thickness of base metal and welding procedures and different postweld conditions.

It would be of big advantage to get some correlation with a level of confidence between Charpy-yield strength and COD values.

This work presents some interesting results with SMAW weld deposits about this matter, using the Okazaki method.

#### 1.- INTRODUCCION

La tecnología de combustión en lecho fluido a presión motiva la fabricación de grandes recipientes a presión, llamados Combustor, figura 1, que debido a su gran tamaño han de ser fabricados en su mayor parte en campo.

Este tipo de fabricaciones entraña riesgos importantes como consecuencia de las elevadas tensiones que se originan en la soldadura.

Para conocer el comportamiento de las soldaduras, realizadas en el proceso SMAW, del Combustor de 500 Tn. de peso y 50 mm. de espesor, durante las diferentes fases de fabricación y en servicio, cuyo material base tiene un límite elás-

tico de 480 MPa mínimo, se calcularon con los valores COD obtenidos los tamaños admisibles y críticos de grietas por aplicación de la teoría de la mecánica de la fractura. (1)

Durante el tiempo que duró la fabricación fué necesario realizar varios acópios de materiales de aportación lo que implicó cambiar de coladas utilizando los valores de carga de rotura, límite elástico y Charpy V como valores de aceptación dado lo costoso en tiempo y dinero de los ensayos COD.

Este estudio presenta las relaciones obtenidas entre los valores convencionales Charpy y límite

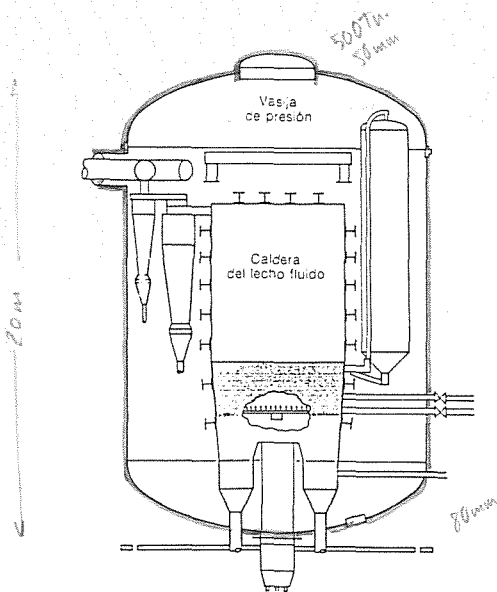


Figura 1. Combustor y partes internas.

elástico con los valores COD.

2.- TECNICA EXPERIMENTAL

Se realizaron tres cupones soldados en la posición vertical, 3G, ascendentes por ser el caso más desfavorable en cuanto a valores de tenacidad.

Cada cupón representa a cada uno de los estados postsoldadura que nos encontramos en las diferentes fases de la fabricación, es decir, estado bruto (AW), tratamiento térmico intermedio (TTI) y tratamiento térmico final (TTF).

Para cada una de estas condiciones se realizaron ensayos de COD en las direcciones LT y LS, ensayos Charpy en interior y superficie, figura 2, a diferentes temperaturas, además de ensayos de tracción y doblado. (2)

Los valores obtenidos se muestran en la tabla 1.

Para obtener relaciones entre los valores convencionales Charpy y límite elástico con los COD nos hemos basado en el método de Okasaki (3) para la determinación de K<sub>ic</sub> en función de la temperatura :

$$K_{ic}(T) = [0,092 + 0,408 \exp.\{0,02(T - T_k)\}] K_{ic}(us).$$

K<sub>ic</sub>(us): Factor de intensidad de tensión crítica superior.

*upper shelf*

$$T_k = FATT 50/50 - \Delta T.$$

T<sub>k</sub>: Temperatura de transición de intensidad de tensión correspondiente al valor mitad de K<sub>ic</sub>(us).

$$Siendo: T = 0,03 \sigma^2 y -5,32 \sigma y + 230.$$

Previamente se ha determinado el valor de K<sub>ic</sub>(us) con la formula de Barson & Rolfe:

$$\left( \frac{K_{ic}(us)}{\sigma_y} \right)^2 = 6,47 \left[ 100 \frac{K_{Cv}(us)}{\sigma_y} - 1 \right]$$

$\sigma_y$  = límite elástico

K<sub>Cv</sub>(us) = resiliencia lado superior.

Considerando que:

$$S_c = \frac{K_{ic}^2}{\sigma_y \cdot E}$$

3.- DISCUSION DE RESULTADOS

Los valores obtenidos de los cálculos S'<sub>LT</sub> y S'<sub>LS</sub>, tabla 2, comparados con los obtenidos en los ensayos, S<sub>LT</sub> y S<sub>LS</sub>, tabla 1, en función de los valores de límite lástico y de Charpy V interior y superficie, son inferiores en la mayor parte de los casos.

Los gráficos de las figuras 3 y 4 muestran las relaciones existentes entre S<sub>LT</sub>/S'<sub>LT</sub> y S<sub>LS</sub>/S'<sub>LS</sub>. A la vista de estos resultados comprobamos que las relaciones S<sub>LT</sub>/S'<sub>LT</sub> y S<sub>LS</sub>/S'<sub>LS</sub> oscilan de 0,73 a 2,68 y 1,43 a 2,18 en la probeta 1, de 1,04 a 1,05 y 0,76 a 2,67 en la probeta 2 y de 1,01 a 3,68 y 2,46 a 4,65 en la probeta 3.

*fundamental los cordones de reversos.*

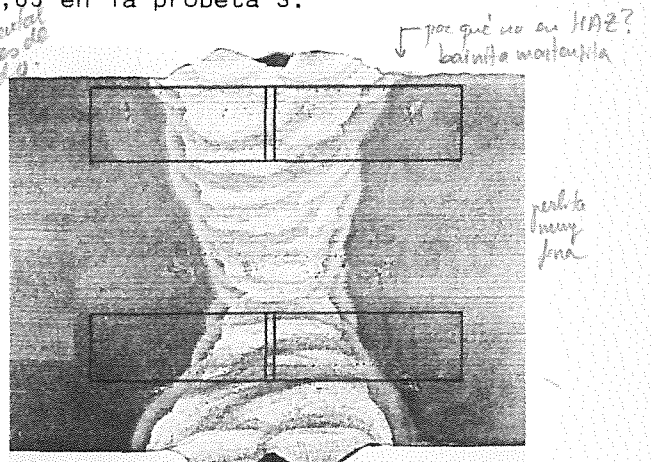


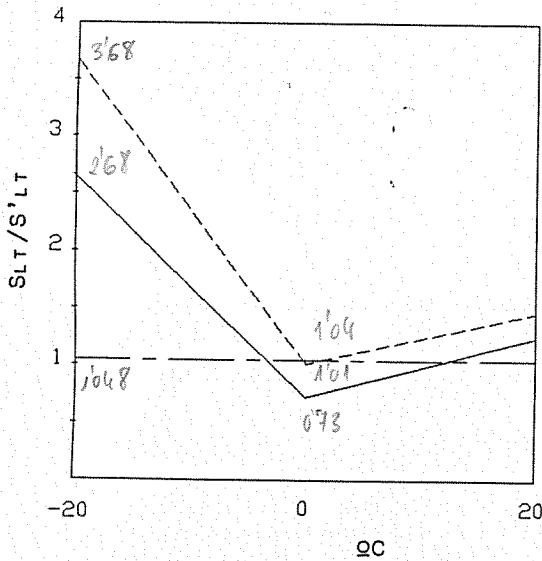
Figura 2.- Macrografía de una de las soldaduras con el detalle de la toma de probetas para ensayo Charpy.

PROBETA	ESTADO POSTSOLDADURA	Re MPa	Kcv (us) J		VALORES COD MEDIOS (mm)						FATT 50/50	
			Sup.	Int	-20QC		0QC		+20QC		Sup.	Int.
					SLT	S <sub>Ls</sub>	SLT	S <sub>Ls</sub>	SLT	S <sub>Ls</sub>		
1	AW	631	145	118	0,282	0,244	0,151	0,745	0,371	0,625	-20	-12
2	TTI	631	137	135	0,0915	0,305	0,189	0,172	0,384		-10	-4
3	TTF	612	114	130	0,2685	0,185	0,143	0,68	0,413	0,83	0	5

Tabla 1.- Resultados de ensayos mecánicos

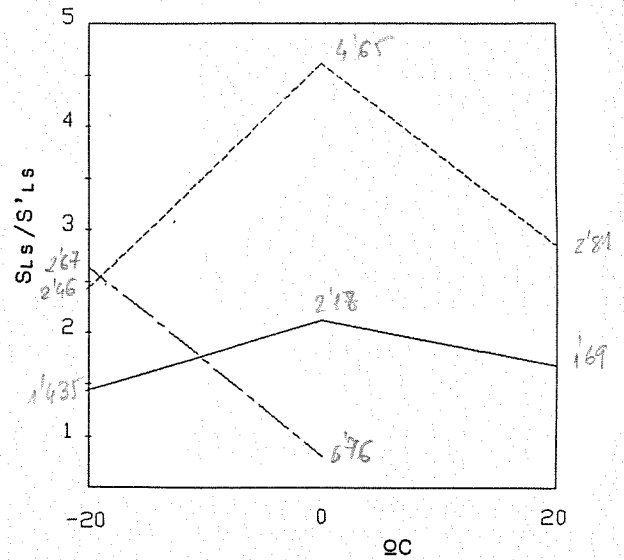
PROBETA	VALORES COD MEDIOS (mm)						RELACIONES S/S'					
	-20QC		0QC		20QC		-20QC		0QC		20QC	
	S'LT	S'LS	S'LT	S'LS	S'LT	S'LS	SLT/S'LT	S <sub>Ls</sub> /S'LS	SLT/S'LT	S <sub>Ls</sub> /S'LS	SLT/S'LT	S <sub>Ls</sub> /S'LS
1	0,105	0,17	0,207	0,342	0,298	0,370	2,68	1,435	0,73	2,178	1,24	1,689
2	0,093	0,114	0,181	0,226	0,366	0,348	1,048	2,67	1,044	0,760	1,050	rota
3	0,073	0,075	0,141	0,146	0,283	0,295	3,68	2,46	1,014	4,65	1,46	2,81

Tabla 2.- Valores S' calculados y relaciones S/S'



$SLT_1/S'LT_1$   $SLT_2/S'LT_2$   $SLT_3/S'LT_3$

Figura 3.- Relaciones SLT/S'LT en el interior de la soldadura.



$SLS_1/S'LS_1$   $SLS_2/S'LS_2$   $SLS_3/S'LS_3$

Figura 4.- Relaciones S<sub>Ls</sub>/S'LS en la superficie de la soldadura.

Siendo los valores medios totales de  $S_{LT}/S'_{LT}$  y  $S_{Ls}/S'_{Ls}$  de 1,5 y 2,3 respectivamente.

#### 4.- CONCLUSION

Como conclusión de los resultados obtenidos consideramos que el método de Okazaki, empleado con éxito en la evolución de la tenacidad a la fractura en componentes nucleares, nos sirve de gran ayuda en aquellas aplicaciones donde no resulta práctico para la recepción de materiales la realización por colada y posición de soldadura de costosos ensayos de COD.

Los tamaños admisibles y críticos de grieta utilizando estas relaciones serán conservadores como se deduce de los resultados mostrados.

#### 5.\_ REFERENCIAS

- (1) M. A. Román, R. Pintos

"Mejora de la fiabilidad en la fabricación de reactores hidrotreating por aplicación de la mecánica de la fractura" VII encuentro del Grupo Español de fractura, Sigüenza 1990.

- (2) M. A. Plaza, M. A. Román, A. M. Irisarri.

" Effect of the welding procedure and PWHT on the 50 mm. thick welded joints of an fracture. ECF8 Turín 1990.

- (3) T. Okazaki, Y. Miura, M. Yamachi, K. Okada, S. Tominaga (1983).

"The fracture toughness evaluation by instrumented Charpy V-Notch test for irradiated narrow-gap mig weldment".