Informes de la Construcción Vol. 21, nº 208
Marzo de 1969

resultados de ensayos de soldadura a tope y por solape, con electrodo, de barras de aceros estirados en frío

JOSE CALAVERA RUIZ y MANUEL SEGURA ORTIZ
Ingenieros de Caminos

845-14

sinopsis

Los autores dan cuenta de una serie de ensayos realizados sobre soldadura de barras para hormigón armado. Las barras ensayadas son de acero estirado en frío con límites elásticos de 4.200 y 5.000 kp/cm².

Los ensayos abarcaron la soldadura a tope y la soldadura por solape, con sus variantes de solape excéntrico y solape centrado con cubrejuntas.

Los resultados de los ensayos demuestran que siguiendo la técnica indicada, y con una calidad normal de ejecución, la soldadura presenta el 100 % de la resistencia de la barra.

1 Antecedentes

Durante muchos años ha existido la opinión general de que los aceros estirados en frío no eran soldables con electrodo. Esta idea estaba basada en el hecho de que estos aceros para temperaturas altas y tiempos de exposición prolongados, pueden llegar a perder parcial o totalmente sus características mejoradas, transformándose, en la zona sometida a altas temperaturas, en acero de la misma calidad que el que sirvió de materia prima a la fabricación.

Como contrapartida, una exposición breve a temperaturas moderadas mejora la resistencia a tracción y el límite elástico de los aceros estirados en frío. Esta misma mejora se produce también a la temperatura ambiente, constituyendo el llamado «envejecimiento natural» de los aceros de este tipo, que conduce a una mejora del 7 al 11 % en su límite elástico y en su tensión de rotura respecto a los valores obtenidos en el momento de la fabricación (1) y (2).

Los ensayos realizados (2) y (3) han demostrado que el comportamiento de los aceros estirados en frío, bajo todas las condiciones de temperatura existentes en la práctica del hormigón armado, incluidos los incendios, no difiere del de los restantes aceros para hormigón.

Sin embargo, en el caso particular de la soldadura con electrodo, las altas temperaturas alcanzadas justificaban el temor a una pérdida de resistencia en las zonas de soldadura de barras de este acero.

Algunas instrucciones, como la española del M.O.P., llegaron a prohibir la soldadura de este tipo de acero. Otras, como la h.a.61 no tratan directamente la cuestión, mientras que algunos autores recomendaban que en una zona de barra de longitud igual a diez veces el diámetro a cada lado de la soldadura, se considerase la barra con la misma calidad que el acero ordinario.

Sin embargo, a partir de 1950, varios investigadores (4), (5), (6) y (7) demostraron experimentalmente que la soldadura con electrodo de los aceros estirados en frío no solamente era posible, sino que resultaba muy fácil en la práctica, con tal de observar algunas reglas especiales.

En 1961 uno de los autores de este artículo realizó ensayos en este sentido con resultados plenamente positivos, y desde entonces ha venido empleando las uniones soldadas en muchos casos, especialmente en puentes.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

2 Objeto de la investigación

En los últimos años la producción nacional de aceros de alta resistencia se está orientando hacia la fabricación de barras rectas de 12 m de longitud, al igual que viene haciéndose desde hace mucho tiempo en los demás países. La fabricación de longitudes mayores en barras rectas crea difíciles problemas de transporte, y la solución de fabricar barras de 18 a 20 m doblándolas en madejas o rollos crea tensiones que perjudican la calidad del material, salvo que se adopten radios grandes de doblado, lo que especialmente para diámetros gruesos resulta incompatible con el transporte normal. Por otro lado, los rollos y madejas exigen un equipo de estirado o enderezado en obra que, si no existe o no es adecuado, conduce a una ferralla defectuosa.

Por este motivo, la necesidad de la soldadura es cada día mayor, especialmente en obras de grandes luces. En este sentido los ensayos que a continuación se describen se han orientado a poner en claro las dos cuestiones siguientes:

a) Si la técnica de soldadura de aceros estirados en frío existente en otros países es adecuada al caso de los aceros y los electrodos fabricados en España.

b) En qué medida este procedimiento es sensible a defectos de ejecución, especialmente los que pudieran provenir de la mano de obra.

3 Plan de ensayos

Los ensayos abarcan dos tipos de uniones: el empalme a tope y el empalme por solape. Dentro de este último se han investigado dos tipos de solape: el excéntrico y el centrado con cubrejuntas.

Los tipos de acero seleccionados han sido el TETRACERO-42 (con límite elástico mínimo de 4.200 kp/cm² y tensión de rotura de 5.250 kp/cm²) y el TOR-50 (con límite elástico mínimo de 5.000 kilopondios/cm² y tensión de rotura de 6.000 kp/cm²). El primero de ellos se fabrica en una serie de diámetros, que va de 6 mm a 22,5 mm; el segundo, de 6 mm a 32 mm de diámetro.

4 Soldadura a tope

Para los ensayos de soldadura a tope se eligieron los diámetros siguientes:

TETRACERO-42 ... ... 16,5; 18,5; 21; 22,5 mm ø

TOR-50 ... ... 20; 25; 32 mm ø

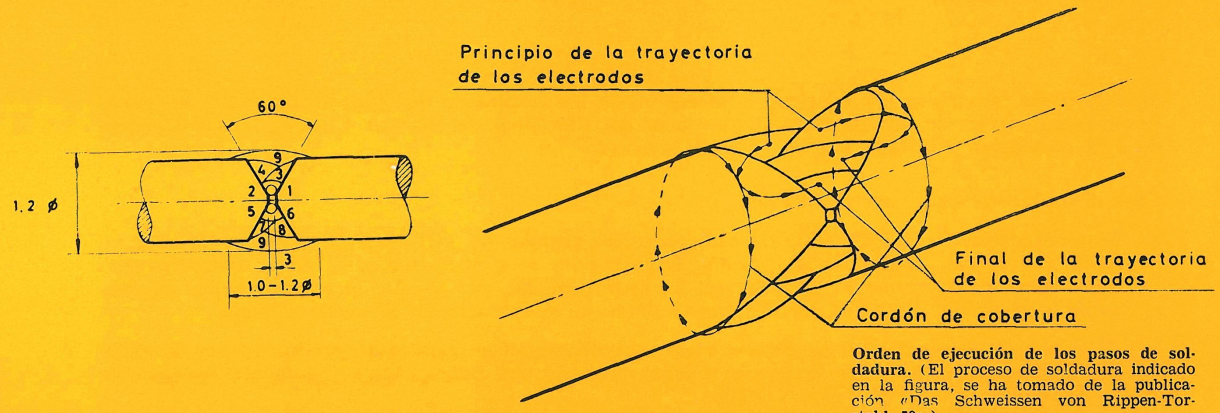
De cada diámetro se eligió una barra de 12 m de longitud, que fue cortada en 12 probetas. Estas probetas se distribuyeron en 6 testigos y las otras 6 fueron cortadas por sus puntos medios y unidas por soldadura, constituyendo las «probetas soldadas». La probeta testigo de cada probeta soldada era la contigua en la barra original de 12 m. Con ello se conseguía eliminar la influencia de las variaciones de calidad a lo largo de la barra que podrían enmascarar los resultados.

La técnica de soldeo aparece en la figura, y consiste en una preparación previa de bordes en X, que se realizó con sierra. Las barras se sitúan perfectamente alineadas y se procede al depósito de los cordones. En total se depositan los cordones en 9 pasos de acuerdo con la figura. Entre cada dos pasos es necesario esperar a que se enfríe el material depositado, con el fin de no originar un calentamiento excesivo que pudiera producir pérdida de resistencia en la unión. Una regla práctica que se ha mostrado eficaz es no depositar un cordón hasta que el anterior no se haya enfriado lo suficiente para poder ser tocado con el dedo.

El diámetro de la zona soldada debe ser un 20 % superior al de la barra, con el fin de que la soldadura presente como mínimo el 100 % de la resistencia de las restantes zonas de la barra.

Para la soldadura se empleó un grupo con 12 KVA de potencia de conexión y 300 A de intensidad máxima.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc) http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



Orden de ejecución de los pasos de soldadura. (El proceso de soldadura indicado en la figura, se ha tomado de la publicación «Das Schweissen von Rippen-Torstahl 50».)

En cuanto a los electrodos se emplearon los siguientes:

Para soldadura del TETRACERO-42, el PH-56 con las siguientes características:

LE	45-50 kp/mm²
R	54-60 kp/mm²
A_5	28-32 %

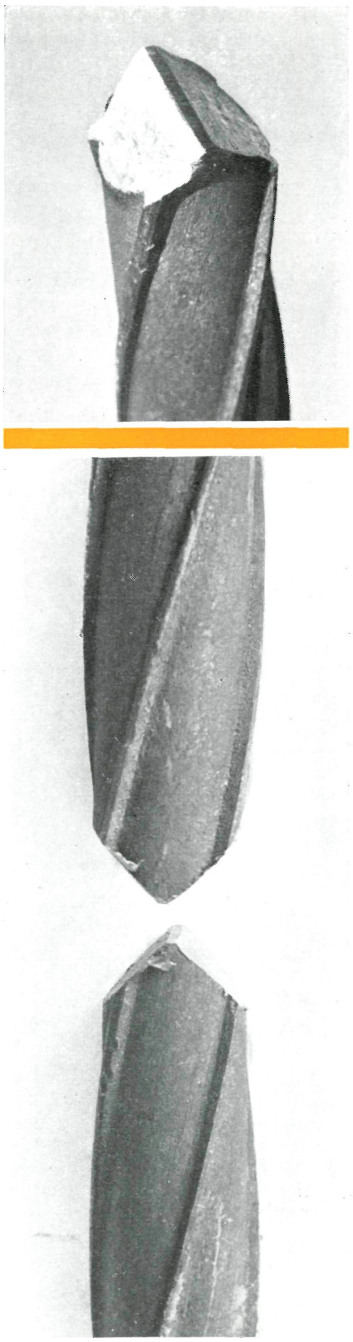
Para soldadura del TOR-50, el PH-116 con las características siguientes:

LE	65-75 kp/mm²
R	83-90 kp/mm²
A_5	19-23 %

En casi todos los países se emplea el mismo electrodo para los aceros de calidad 42 y 50. El TOR-50 se fabrica con una tensión de rotura de 5.500 a 5.750 kp/cm² para un límite elástico de 5.000 kilopondios/cm². Como las normas españolas todavía siguen exigiendo una relación tensión de rotura/límite elástico mucho mayor que el resto de los países, el TOR-50 se ha fabricado con tensión de rotura mínima de 6.000 kp/cm², lo que ha hecho que el electrodo PH-56 no sirva para soldar el TOR-50 español, debiendo adoptarse el PH-116.

En los trabajos del Dr. Soretz se indica que el procedimiento es aplicable para diámetros iguales o superiores a 20 mm, ya que para diámetros más finos la concentración de calor perjudicaba la calidad de la unión. Con el fin de aclarar este punto en la serie de TETRACERO-42 se incluyeron los diámetros 16,5 y 18,5 mm. Los resultados de los ensayos que se citan más adelante, demuestran que el procedimiento es válido también para el diámetro 18,5 mm, e incluso podría aceptarse para el 16,5 mm. Como en la serie de TOR-50 se pasa de 16 a 20 mm, los ensayos comenzaron con el diámetro 20 mm.

El cuadro C-1 contiene un resumen de los valores medios y característicos de los resultados de cada diámetro, así como la variación en tanto por ciento y la desviación standard.



Detalle de preparación de bordes y alineación de barras.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

Análogamente, el cuadro C-2 contiene información de los resultados del TOR-50. En todos los casos se ensayaron series de seis probetas. Como valor característico se adoptó $V_k = V_m$ (1-1,64 δ), siendo δ la desviación standard y V el valor considerado.

Cabe destacar los siguientes resultados:

a) Si se exceptúa el TETRACERO de 16,5, todos los ensayos de TETRACERO-42 presentan aumento de resistencia característica y media. Incluso para el ø 16,5, que es el único diámetro cuya serie presenta disminución, el descenso es muy pequeño, por lo que el procedimiento es aplicable a partir del diámetro del 18,5 con el 100 % de resistencia en la unión soldada.

b) El aumento de resistencia es debido a que el calentamiento controlado producido por la soldadura, produce un proceso de envejecimiento artificial que homogeneiza y aumenta ligeramente la resistencia de las probetas soldadas.

c) Todas las roturas se produjeron fuera de la soldadura.

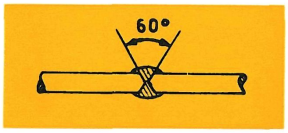
d) En ningún caso se produjeron defectos de soldabilidad, lo cual era de esperar, ya que la composición química de estos aceros es prácticamente la misma que la de los aceros ordinarios.

soldadura a tope

C-1

Tetracero - 42

⌖	16,5	18,5	21	22,5
σ_{rmt} (kp/cm²)	5.453	6.004	5.414	5.401
σ_{rms} (kp/cm²)	5.313	6.140	5.439	5.519
V %	— 2,6	2,3	0,4	2,2
σ_{rct} (kp/cm²)	5.186	5.542	5.251	5.306
σ_{rcs} (kp/cm²)	5.180	5.741	5.269	5.443
V %	— 0,2	3,6	0,2	2,6
D.T.	0,0297	0,0467	0,018	0,0198
D.S.	0,015	0,0397	0,020	0,0084



C-2

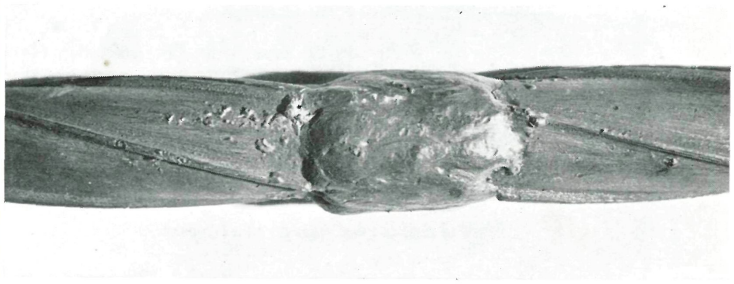
Tor - 50

σ_{rmt} = Valor medio de la tensión de rotura (probetas testigo).
σ_{rms} = Valor medio de la tensión de rotura (probetas soldadas).
V % = Variación en %.
D.T. = Desviación standard (probetas testigo).
D.S. = Desviación standard (probetas soldadas).
σ_{rct} = Valor característico de la tensión de rotura (probetas testigo).
σ_{rcs} = Valor característico de la tensión de rotura (probetas soldadas).
(Valores correspondientes a series de seis probetas testigo y seis probetas soldadas por cada diámetro.)

⌖ — 50	20	25	32
σ_{rmt} (kp/cm²)	6.162	6.252	6.548
σ_{rms} (kp/cm²)	6.165	6.268	6.603
V %	0,05	0,25	0,84
σ_{rct} (kp/cm²)	6.057	6.133	6.450
σ_{rcs} (kp/cm²)	6.103	6.156	6.517
V %	0,76	0,38	1,04
D.T.	0,0105	0,0118	0,0089
D.S.	0,0064	0,0109	0,0078

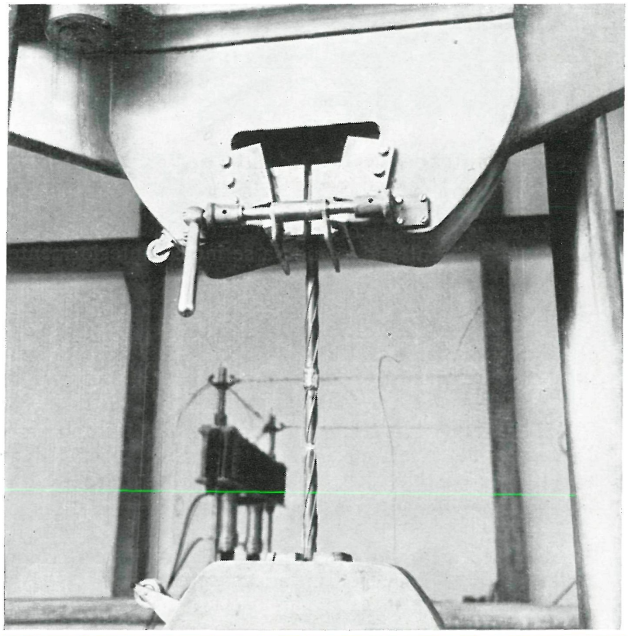
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

Proceso de soldadura: limpieza de soldaduras.

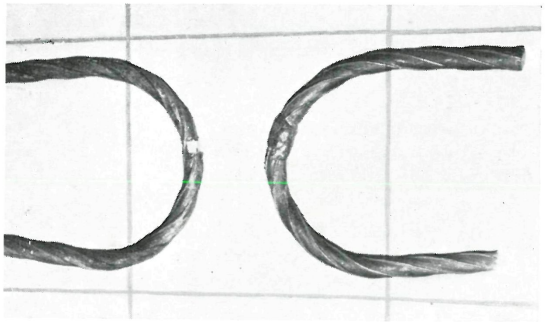


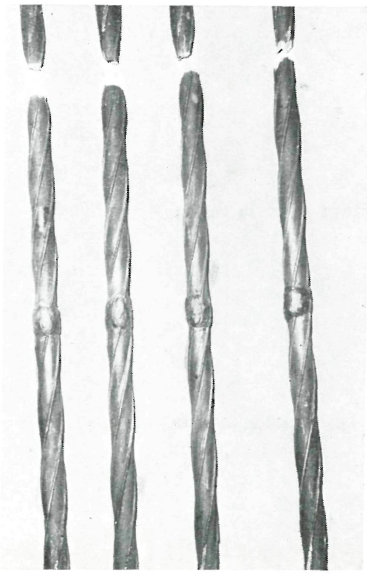
Detalle de soldadura a tope.

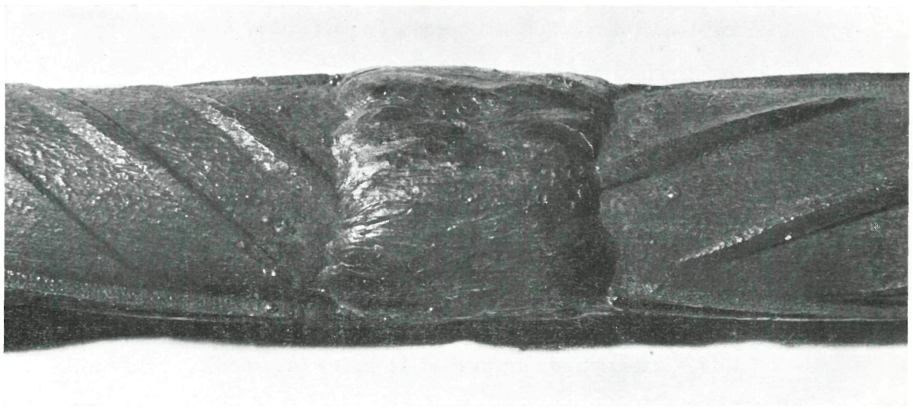
Ensayo de probeta soldada a tope.



nsayo de doblado.







Detalle de soldadura a tope.

Conjunto de probetas ya ensayadas, en las cuales se aprecia que la rotura se produce fuera de la zona de influencia de la soldadura.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

e) Aunque no es recomendable situar soldaduras en las zonas en que se doblan barras, como un índice de ductilidad de las soldaduras se realizaron ensayos de doblado con radio 10 cm, que resultaron correctos en todos los casos.

f) Finalmente debe observarse que las soldaduras presentaron siempre resistencias superiores a las de las barras, a pesar de que éstas presentaban en muchos casos valores de la tensión de rotura considerablemente superiores a los mínimos garantizados.

5 *Soldadura por solape*

La soldadura a tope ya descrita es imprescindible en muchos casos; pero no es adecuada para diámetros finos, y además exige una preparación previa y un fácil acceso del operario a la barra. En algunas ocasiones estas condiciones no se cumplen, y se debe emplear la soldadura por solape, ya excéntrica, ya centrada con cubrejuntas (ver figuras) del mismo material.

Las series de diámetros ensayadas con ambos tipos de solape fueron:

TETRACERO-42	7,5; 9; 10,5; 12; 18,5; y 21 mm
TOR-50	10; 12; 14; 16; 20; 25; y 32 mm

Se eligió una barra de 12 m de longitud de cada diámetro, que se troceó en 16 probetas. De éstas, 8 probetas se tomaron como testigos; las otras 8 fueron cortadas y unidas nuevamente mediante soldadura, según el tipo de solape elegido, constituyendo las probetas soldadas. Al escoger cada barra testigo contigua a su correspondiente soldada, se elimina la posible variación de las características mecánicas del material, como ya se indicó anteriormente.

La técnica de soldadura para estas dos formas de solape es mucho más simple que la de tope. La longitud máxima del cordón de soldadura es de cinco veces el diámetro de la barra, condición impuesta por la necesidad de evitar una excesiva transmisión de calor, lo cual obliga también a depositar la longitud necesaria de cordón en dos mitades en sentido contrario (ver figuras).

La longitud del cordón de soldadura se determina, en función de las características mecánicas de la barra y del electrodo, al imponer la condición de que la probeta soldada alcance un 100 % de la resistencia a tracción de la testigo, confiando la transmisión del esfuerzo únicamente al mencionado cordón.

El electrodo utilizado, tanto para TETRACERO-42 como para TOR-50, ha sido el PH-56, cuyas características se indicaron anteriormente.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, la longitud del cordón de soldadura se obtiene a partir de las siguientes condiciones:

— resistencia a tracción del cordón de soldadura: $l \cdot a \cdot \sigma_{sol}$;

— resistencia a tracción de la barra: $A \cdot \sigma_{ar}$;

en donde:

l = longitud del cordón (mm);

a = ancho de la garganta; se adopta un valor fijo de 0,2 $\varnothing$, siendo $\varnothing$ el diámetro de la barra correspondiente (mm);

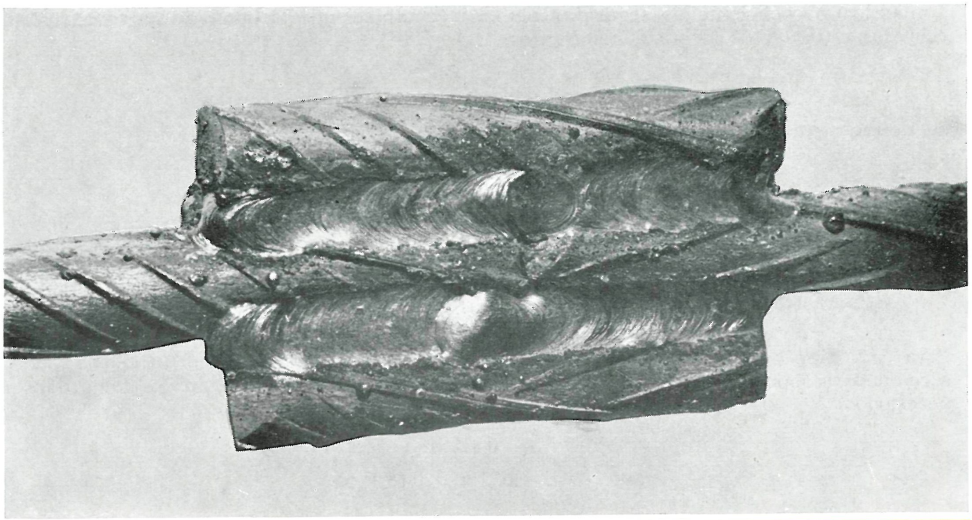
A = área de la sección transversal de la barra (mm²);

σ_{sol} = resistencia a tracción del cordón depositado (kp/mm²);

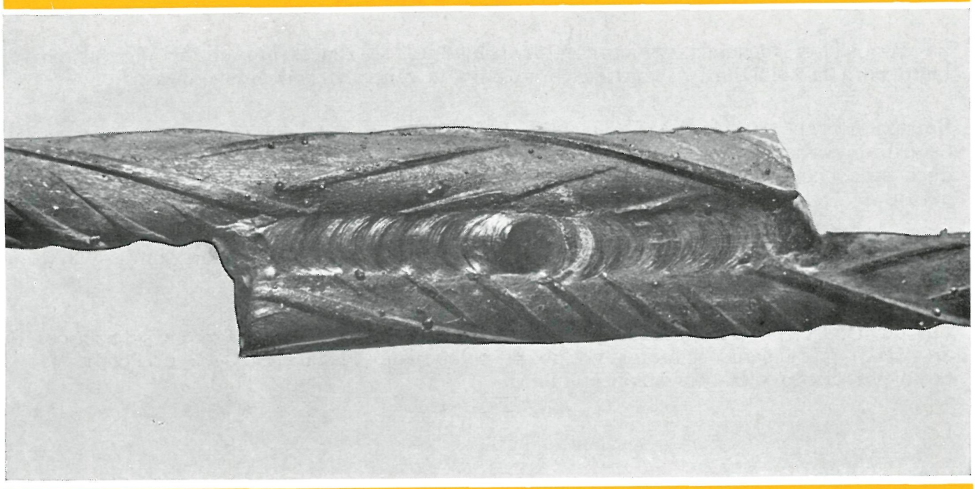
σ_{ar} = tensión de rotura de la barra (kp/mm²).

La resistencia a tracción del cordón depositado (σ_{sol}) se considera del 65 % de la resistencia a tracción del electrodo correspondiente (σ_{el}).

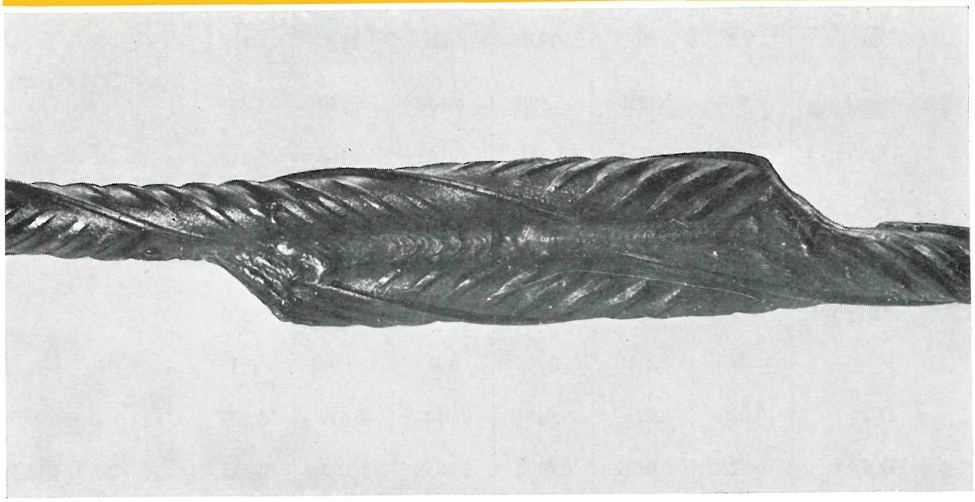
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



Soldadura centrada con cubrejuntas.



Soldadura excéntrica para diámetros iguales o inferiores a 25 mm.



Soldadura excéntrica para diámetros superiores a 25 mm, donde se aprecia el relleno con el electrodo para evitar el fenómeno de entalladura. Longitud aproximada del relleno: 1,5 ∅.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

Tomando un coeficiente de seguridad de 1,5, y estableciendo la igualdad entre la resistencia a tracción del cordón y de la barra, tendremos:

$$l \cdot a \cdot 0{,}65 \cdot \sigma_{el} = 1{,}5\, A \cdot \sigma_{ar}\,,$$

de donde se deduce que:

$$l = 1{,}5\,\frac{A \cdot \sigma_{ar}}{a \cdot 0{,}65 \cdot \sigma_{el}}\,,$$

donde:

σ_{el} = resistencia a tracción del electrodo (kp/mm²).

Para cada tipo de acero ensayado, TETRACERO-42 y TOR-50, se tomó su tensión de rotura y su sección correspondiente, valores en función de los cuales se obtuvieron las longitudes de cordones necesarios:

$$l_{\text{T-42}} = 1{,}5\,\frac{0{,}812\ \phi^2 \times 52{,}50}{0{,}2\ \phi \times 0{,}65 \times 54} = 9{,}10\ \phi\ ;$$

$$l_{\text{T-50}} = 1{,}5\,\frac{0{,}785\ \phi^2 \times 60}{0{,}2\ \phi \times 0{,}65 \times 54} = 10{,}10\ \phi\ .$$

La disposición adecuada del cordón de soldadura se representa en las figuras correspondientes, tanto para la soldadura excéntrica como para la centrada con cubrejuntas.

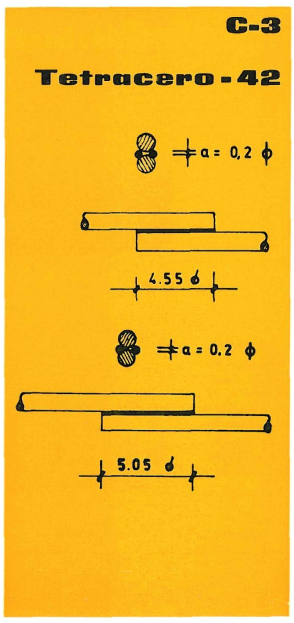
Unicamente en la soldadura por solape excéntrico, y para diámetros superiores a 25 mm, es necesario proceder a una operación complementaria. Para evitar el efecto de entalladura que produce bajas considerables de la resistencia, es necesario realizar un relleno con electrodo (ver figura).

Para la soldadura se empleó un grupo de 12 KVA de potencia de conexión y 300 A de intensidad máxima.

Los cuadros C-3 y C-5 contienen un resumen de los valores medios y característicos de la tensión de rotura, para cada diámetro y tipo de solape, de TETRACERO-42, así como la variación en tanto por ciento y la desviación standard.

soldadura por solape excéntrico

⌖	7,5	9	10,5	12	18,5	21
σ_{rmt} (kp/cm²)	5.934	6.330	5.590	6.160	6.130	5.383
σ_{rms} (kp/cm²)	5.980	6.345	5.611	6.143	6.184	5.418
V %	0,8	0,2	0,4	— 0,3	0,9	0,7
σ_{rct} (kp/cm²)	5.738	6.157	5.414	6.018	5.958	5.302
σ_{rcs} (kp/cm²)	5.723	6.238	5.495	6.081	6.072	5.304
V %	— 0,3	1,3	1,5	1,0	1,9	0,3
D.T.	0,020	0,0167	0,0191	0,014	0,017	0,009
D.S.	0,026	0,0102	0,0126	0,0058	0,011	0,013



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

C-4. Tor-50

Φ —50	10	12	16	20	25	32
σ_{rmt} (kp/cm²)	6.248,75	6.051,25	6.383,75	6.413,75	6.707,50	6.771,25
σ_{rms} (kp/cm²)	6.346,25	6.073,75	6.468,75	6.452,50	6.777,50	6.851,25
V %	1,5	0,4	1,3	0,6	1,0	1,1
σ_{rct} (kp/cm²)	6.216,38	6.006,89	6.269,16	6.298,62	6.615,54	6.327,06
σ_{rcs} (kp/cm²)	6.253,21	6.015,77	6.435,24	6.357,91	6.716,71	6.467,03
V %	0,5	0,1	2,6	0,9	1,5	2,2
D.T.	0,00316	0,00447	0,01095	0,01095	0,00836	0,04000
D.S.	0,00894	0,00632	0,00316	0,00894	0,00547	0,03420

σ_{rmt} = Valor medio de la tensión de rotura (probetas testigo).
σ_{rms} = Valor medio de la tensión de rotura (probetas soldadas).
V % = Variación en %.
D.T. = Desviación standard (probetas testigo).
D.S. = Desviación standard (probetas soldadas).
σ_{rct} = Valor característico de la tensión de rotura (probetas testigo).
σ_{rcs} = Valor característico de la tensión de rotura (probetas soldadas).
(Valores correspondientes a series de ocho probetas testigo y ocho probetas soldadas por cada diámetro.)

Análogamente, en los cuadros C-4 y C-6 se resume toda la información correspondiente a TOR-50.

Cabe distinguir los siguientes resultados:

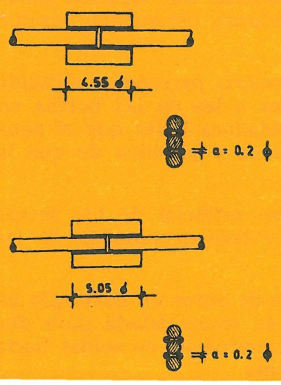
a) Todos los ensayos, en general, presentan incrementos de la tensión de rotura media y característica. En aquellos diámetros en que se produce algún descenso de la citada tensión, éste es inferior al 2 %, por lo que la unión soldada tiene una resistencia a la tracción superior a la exigida normalmente por las normas en vigor.

b) El aumento de la resistencia indica que el calentamiento controlado producido por la soldadura, crea un envejecimiento artificial del material que mejora la calidad del acero.

soldadura por solape con cubrejuntas

C-5

Tetracero - 42



⌖	7,5	9	10,5	12	18,5	21
σ_{rmt} (kp/cm²)	5.919	5.330	5.624	5.749	6.208	5.768
σ_{rms} (kp/cm²)	6.050	5.338	5.671	5.736	6.228	5.803
V %	2,2	0,1	0,8	—0,2	1,1	0,6
σ_{rct} (kp/cm²)	5.706	5.234	5.449	5.658	5.825	5.673
σ_{rcs} (kp/cm²)	5.911	5.241	5.529	5.667	5.901	5.750
V %	3,6	0,1	1,5	0,2	1,3	1,4
D.T.	0,022	0,011	0,019	0,0096	0,0374	0,010
D.S.	0,014	0,011	0,015	0,0072	0,0364	0,0055

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

C - 6. Tor - 50

Φ —50	10	12	16	20	25	32
σ_{rmt} (kp/cm²)	6.358,75	6.035,00	6.797,50	6.147,50	7.361,25	6.508,75
σ_{rms} (kp/cm²)	6.450,00	6.078,75	6.847,50	6.178,75	7.665,00	6.528,75
V %	1,4	0,7	0,7	0,5	4,1	0,3
σ_{rct} (kp/cm²)	6.254,47	5.980,87	6.747,67	6.057,38	7.284,99	6.461,04
σ_{rcs} (kp/cm²)	6.416,59	6.047,26	6.832,02	6.107,14	7.179,81	6.445,90
V %	2,6	1,1	1,3	0,8	—1,4	—0,2
D.T.	0,01000	0,00547	0,00447	0,00894	0,00632	0,00447
D.S.	0,00316	0,00316	0,00138	0,00707	0,03860	0,00774

σ_{rmt} = Valor medio de la tensión de rotura (probetas testigo).
σ_{rms} = Valor medio de la tensión de rotura (probetas soldadas).
V % = Variación en %.
D.T. = Desviación standard (probetas testigo).
D.S. = Desviación standard (probetas soldadas).
σ_{rct} = Valor característico de la tensión de rotura (probetas testigo).
σ_{rcs} = Valor característico de la tensión de rotura (probetas soldadas).
(Valores correspondientes a series de ocho probetas testigo y ocho probetas soldadas por cada diámetro.)

c) En todos los ensayos la rotura de las probetas soldadas se produjo fuera de la zona de influencia de la soldadura, lo que indica que este proceso no perturba las características resistentes de los aceros estirados en frío.

Los resultados de los dos tipos de solape, excéntrico y centrado con cubrejuntas, son homogéneos y concordantes con los de la soldadura a tope, lo cual permite establecer idénticas conclusiones.

6 Conclusiones

Los resultados del plan de ensayos permiten establecer las siguientes conclusiones:

1.ª La técnica descrita para la soldadura de aceros estirados en frío es adecuada para los aceros y electrodos ensayados.

2.ª Este proceso no es excesivamente sensible a los defectos de ejecución, especialmente a los derivados de la mano de obra. La totalidad de los ensayos no se realizaron con idéntico soldador, sino que fueron tres distintos los que ejecutaron todas las soldaduras, obteniendo resultados muy homogéneos.

Siempre y cuando al material no se le someta a un calentamiento excesivo, personal cualificado podrá realizar uniones que alcancen resistencias iguales o superiores a las de las barras no soldadas. La regla práctica de no depositar un nuevo cordón de soldadura hasta que el anterior pueda ser tocado con la mano, permite realizar un control adecuado y práctico de que la barra no sufre un calentamiento excesivo.

3.ª Este proceso produce, en la mayoría de los casos, un envejecimiento artificial de los aceros estirados en frío, con el consiguiente incremento de la resistencia y homogeneización de las características del material.

4.ª De acuerdo con la nueva «Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado», editada recientemente, la soldadura por solape no es recomendada para diámetros superiores a 25 mm. Según lo anterior, no parece existir inconveniente en soldar hasta 32 mm de diámetro, si se efectúa el relleno mencionado anteriormente.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

Los autores desean expresar su agradecimiento a TETRACERO, S. A., que financió el plan de ensayos, y a INTEMAC, S. A., en cuyo Laboratorio se realizaron los trabajos, por el permiso para la publicación de los resultados.

De forma especial los autores agradecen la colaboración de D. Federico Alcaide y de D. Andrés de Pereda en la realización de los ensayos.

Bibliografía

(1) Über die künstliche Alterung von Torstahl - Schmidtstahlwerke Aktiengesellschaft - Physikalisches Laboratorium - LN 33 und 79/52 - Wien, 23/9/52.

(2) The Behaviour of reinforcing steels at elevated temperatures - G. D. Woodman, B. E., W. R. Copeland, B. E. - The Journal of The Institution of Engineers, Australia - March 1966.

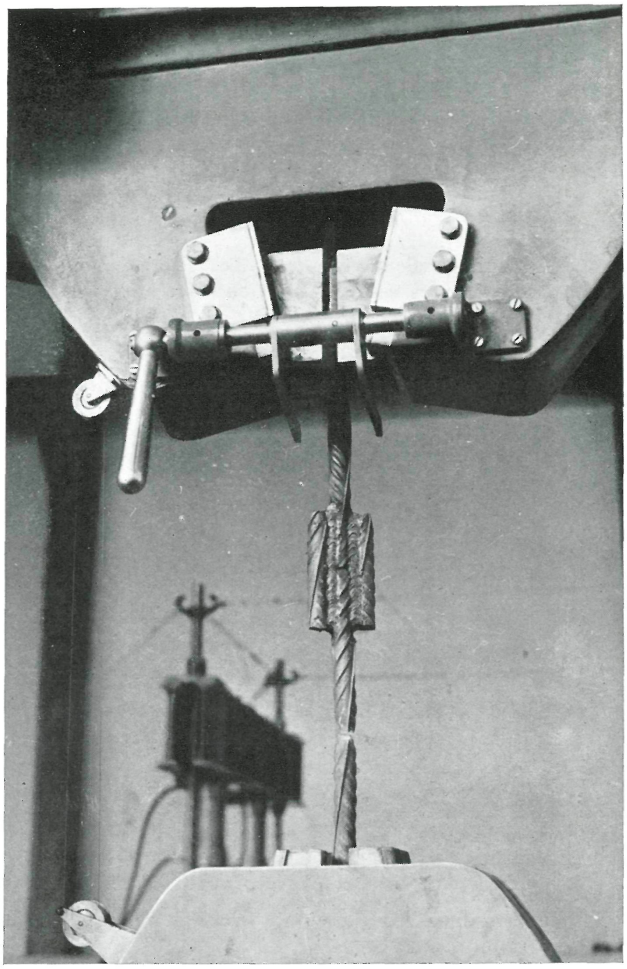
(3) El acero TOR a altas temperaturas - Stefanz Soretz.

(4) Algunos ensayos de soldadura de barras torcidas en frío - G. Otto Fritz - Publicaciones Técnicas - Ecatepec - Folleto n.º 18.

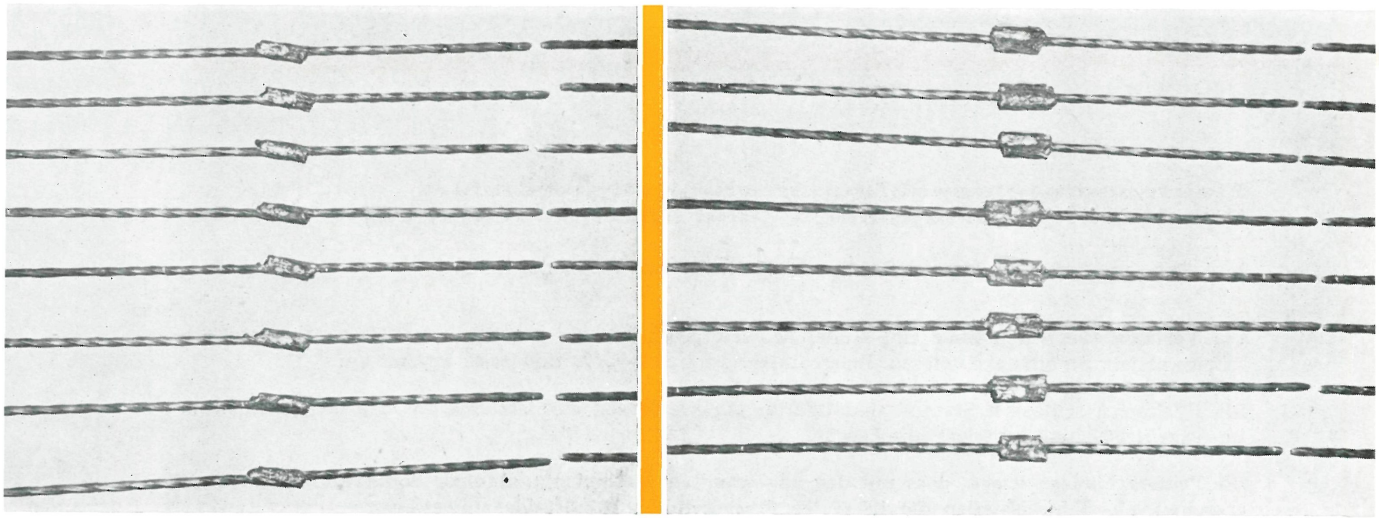
(5) Guiding rules for electrically welded joints in concrete steel - Dr. Soretz - Extrait du Rapport Final du Symposium de la R.I.L.E.M. - Liege 1958 (Tome special 1958, du Bulletin du C.E.R.E.S.).

(6) Richtlinien für die Schweifbung von TORstahl - Dr. Stefanz Soretz - Schwisstechnik, n.º 10 Jahrgang, 1956.

(7) Das Schweissen von Rippen-Torstahl 50.



Ejecución de ensayo de rotura con soldadura centrada con cubrejuntas.



Conjunto de probetas ya ensayadas, tanto para soldadura centrada con cubrejuntas como excéntrica, donde se aprecia que la rotura se produce fuera de la zona de influencia de la soldadura.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

Résultats des essais de soudure en about et par recouvrement des barres en acier étirés à froid

José Calavera Ruiz et **Manuel Segura Ortiz,** Ingénieurs des Ponts et Chaussées

Les auteurs rendent compte d'une série d'essais effectués sur des soudures de barres pour béton armé. Les barres essayées sont en acier étiré à froid ayant des limites élastiques de 4.200 et 5.000 kg/cm².

Les essais comprennent la soudure en about et la soudure par recouvrement avec ses variantes de recouvrement excentrique et recouvrement centré avec couvre-joints.

Les résultats des essais montrent que, suivant la technique indiquée et avec une qualité normale d'exécution, la soudure présente le 100 % de la résistance de la barre.

Results of butt and overlap welding, with elocirodes, applied to cold drawn steel reds

José Calavera Ruiz and **Manuel Segura Ortiz,** Civil engineers

The authors report on a series of tests carried out in the welding of reinforced concrete bars. The tested bars were cold drawn, with elastic limits of 4,200 and 5,000 kg/cm².

The tests included butt and overlap welding, involving excentric and and axial overlaps, with joint reinforcements.

Results of these experiments show that if the indicated method is adopted, including an average standard of workmanship, the weld attains 100 % of the bar strength.

Elektroschweissprüfungen von Kaltgewalztem Rundstahl (Überlappungs - und Stumpfverfahren)

José Calavera Ruiz und **Manuel Segura Ortiz,** Hoch- und Tiefbauingenieure

Die Verfasser berichten über eine Reihe Schweissprüfungen mit Stahlbetonrundeisen. Die geprüften kaltgewalzten Stahlstücke wiesen Elastizitätsgrenzen von 4.200 und 5.000 kg/cm² auf.

Die Prüfungen schlossen Stumpf- und Überlappungsverfahren ein, letzteres mit den beiden Richtungen exzentrisch und zentriert mit Lasche.

Die Prüfsergebnisse zeigen, dass mit den angewandten Methoden und ohne Sondermassnahmen su ergreifen, die Schweisstellen die 100 % ige Festigkeit des Rundstahls aufweisen.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es