

Región Industrial



Nº37
ABRIL 2006

Revista del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de la Región de Murcia



José Antonio Galdón:

**“Comienza una nueva etapa en nuestro colectivo,
llena de ilusión y de retos profesionales”**

Uniones estructurales soldadas. Una solución experimentada

Jesús H. Alcañíz Martínez (*)

En esta segunda entrega, de la serie de artículos previstos sobre uniones de elementos de estructuras metálicas, nos vamos a centrar en el análisis de las uniones soldadas, como las más comunes y habituales en nuestras estructuras de naves industriales, actualmente. La práctica de la soldadura data de hace miles de años. Por todos es sabido, que ya en la antigua Grecia, se lograba la unión de piezas metálicas a través del calor y de golpes (procedimiento conocido como forja), para obtener otras piezas compuestas, con cierta resistencia mecánica.

Atendiendo al concepto de unión en sí, se define la soldadura, como un proceso en el cual se realiza la unión de partes metálicas, mediante calentamiento, para alcanzar un estado plástico, con o sin aporte de un material adicional de refuerzo.

Recordaremos también que los materiales a unir deben tener la característica de la soldabilidad, es decir, deben ser capaces de mantener la continuidad metálica en la unión de las dos piezas soldadas y sobre todo, la continuidad mecánica de la pieza final.

Tipos de uniones soldadas.

Existen varios tipos de uniones soldadas, pero vamos a recordar dos de ellas, soldadura a tope y soldadura en ángulo. En cuanto al proceso de corte, se puede llevar a cabo mediante oxicorte y corte por plasma. Se basan en el fundido del acero mediante la elevación de la temperatura.

También se puede cortar mediante elementos mecánicos como la

sierra, el disco o la cizalla, pero siempre en elementos de menor espesor.

Al realizar los cortes, se debe controlar todo el borde de la pieza y en su caso, actuar con una piedra esmeril, fresa o cepillo, con el único fin de eliminar la rebabas, estrías, etc.

Para las soldaduras a tope, se hace necesario un minucioso tratamiento de los bordes, con el fin de asegurar una homogénea penetración de la soldadura.

En soldaduras de ángulo, no es necesario este proceso y sólo se hace necesario el asegurar un corte recto y el repaso posterior.

También recordaremos que el cordón de soldadura se puede efectuar desde distintas posiciones, dependiendo de la posición de los elementos a unir, en una posición horizontal, vertical, inclinada o en



Acopio de material en taller, para confeccionar distintos elementos estructurales, que se van a resolver mediante uniones soldadas



Aspecto estructural de un importante nudo resuelto mediante unión soldada, en uno de los pórticos metálicos estudiados

techo.

De todas las posiciones, la más fácil es la soldadura horizontal, mientras que la más difícil resulta la de techo, con lo que una soldadura en una posición plana u horizontal, da como resultado una soldadura de mayor calidad.

Por el contrario, las soldaduras en posición más compleja, se precisa un mayor Control de Calidad de su ejecución, al resultar más complicada y por tanto, con mayor riesgo de aparición de defectos en su ejecución y en su resultado final.

Defectos en las soldaduras

Como ya es sabido, los defectos pueden ser de varios tipos y de procedencia diversa. Recordamos ahora los más habituales, que son:

- Fisuras: Discontinuidades producidas por rotura local, provocada por enfriamiento o por los esfuerzos transmitidos. Pueden ser internas o externas y pueden producirse en el metal fundido, en la zona de unión en el metal base. Las causas más usuales son el empleo de electrodos inadecuados y la excesiva rigidez de las piezas a unir, pudiendo aparecer antes o después de realizar el cordón de soldadura.

- Cavidades y poros: Se deben a la

presencia de residuos ajenos al proceso, producto de la falta de limpieza, el electrodo húmedo, un defecto de recubrimiento o una deficiente técnica con arco demasiado largo. Estos poros reducen la sección neta resistente de la soldadura.

- Inclusiones sólidas: Cualquier partícula de naturaleza no deseada, que se introduzca en el interior del cordón de soldadura durante su ejecución. Las más frecuentes son las escorias, los óxidos y las inclusiones metálicas. Su importancia va ligada al tamaño de la inclusión.

- Defectos de fusión: Se deben a la falta de adherencia del metal de aportación y el metal de base. Generalmente aparecen en los bordes y se producen porque no se han preparado adecuadamente los bordes. Este defecto afecta a la calidad de la unión, a su resistencia mecánica y acentúa el problema de la corrosión.

- Falta de penetración: Se produce por una fusión parcial de los bordes, provocando una discontinuidad, por una separación incorrecta de los elementos a unir, durante el proceso de soldeo y como consecuencia, se produce una disminución de la resistencia de la unión.

- Defectos de forma: Se deben a la falta de una adecuada geometría de la superficie externa, en relación con el perfil proyectado. Pueden ser debidos a mordeduras, sobreespesores, sobrepenetración, ángulo incorrecto, etc.

Debido a los numerosos defectos que le pueden aparecer a las soldaduras y a la importancia de la

soldadura en sí, para obtener resistencias adecuadas, se hace necesaria una inspección detallada y un minucioso control, que puede ser visual, con líquidos penetrantes, con partículas magnéticas, con rayos X, por ultrasonidos, etc., ya comentado en otras ocasiones y resumido en:

- La inspección visual. Es el método más extendido. Se debe realizar por personal cualificado, utilizando para ello elementos auxiliares como galgas, lupas, micrómetros y una gran dosis de experiencia.

- La inspección con líquidos penetrantes. Permite detectar fisuras o defectos que afloran a la superficie y que no pueden ser vistos a simple vista. Consiste en la aplicación de tres líquidos, un limpiador, un penetrante y un revelador, a los que ya se les ha dedicado suficiente espacio en otras ocasiones, en esta misma revista.

- Inspección con partículas magnéticas. Es un procedimiento rápido, con el que se pueden detectar fisuras y otros defectos internos o inaccesibles a la vista. Se basa en la distorsión que provoca la fisura u otro defecto, en el campo magnético que se aplica.



Detalle de apoyo de estructura porticada sobre pilar lateral, unida mediante cordón vertical de soldadura

- Inspección radiográfica: Se basa en la interpretación de las imágenes producidas sobre una placa radiológica impresionada por rayos X, después de atravesar la unión soldada. Es un método muy fiable, se emplea en soldaduras a tope y permite detectar defectos como fusiones incompletas, porosidades, etc., en profundidad.

- Inspección por ultrasonidos: Se utiliza la propagación del sonido en un medio sólido, como elemento diferenciador de los posibles defectos en el interior de la soldadura.

Otros detalles en uniones soldadas

Además de las consideraciones presentadas con anterioridad, se tendrán en cuenta algunas ideas conocidas, como que las uniones soldadas podrán ejecutarse mediante los procedimientos de soldeo eléctrico, manual, por arco descuberto, con electrodo revestido, por soldeo eléctrico, semiautomático o automático, por arco en atmósfera gaseosa, con alambre - electrodo revestido, por soldeo eléctrico, automático, por arco sumergido, con alambre - electrodo desnudo o por soldeo



Detalle de la comprobación de la calidad de un cordón de soldaduras, mediante la aplicación de Líquidos Penetrantes. Véanse los defectos detectados

eléctrico por resistencia, dependiendo de los casos y de los tipos de elementos a unir.

En el caso de las soldaduras a tope, serán continuas en toda la longitud de la unión y de penetración completa, saneando la raíz antes de depositar el cordón de soldadura.

Cuando el acceso por la cara posterior no sea posible, se realizará la soldadura con chapa dorsal u otro dispositivo para conseguir la penetración completa. Para unir dos piezas de distinta sección, la de mayor sección se adelgazará en la zona de contacto, para obtener una transición suave de la sección, quedando prohibido el rellenar con soldaduras los orificios practica-

dos.

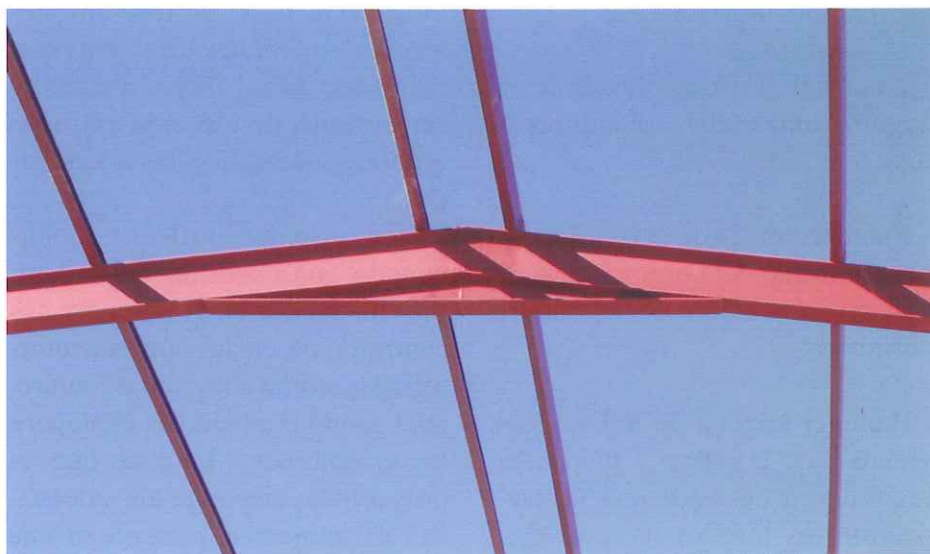
Las piezas que se van a unir con soldadura, se presentarán primero y se fijarán en su posición mediante dispositivos adecuados que aseguren, sin una coacción excesiva, la inmovilidad durante el proceso de soldeo y el enfriamiento subsiguiente.

El orden de ejecución de los cordones y la secuencia de soldeo, dentro de cada uno de ellos y del conjunto, se elegirán con vistas a conseguir que, después de unidas las piezas, obtengan su forma y posición definitiva, sin necesidad de un enderezado o rectificación posterior.

Antes del soldeo se limpiarán los bordes de la pieza, eliminando cuidadosamente toda la cascari-lla, herrumbre o suciedad y muy especialmente, las manchas de grasa o de pintura, manteniendo bien secos y protegidos de la lluvia, tanto los bordes como las piezas a soldar, en una superficie



Esquema estructural de apoyo de pórtico metálico resuelto con unión soldadas, en todo su trazado



Detalle de coronación de un pórtico de estructura metálica resuelto mediante soldadura, efectuada en taller y trasladada a obra

suficientemente amplia, alrededor de la zona en la que se está soldando.

Después de ejecutar cada cordón y antes de iniciar el siguiente, se limpiará su superficie con picoleta y cepillo de púas de alambres, eliminando todo rastro de escorias.

Para facilitar esta operación y la ejecución de los cordones posteriores, se procurará que las superficies exteriores de los cordones, no formen ángulos demasiado agudos y también, que las superficies de los cordones sean lo más regulares posibles.

Ventajas

Este es un capítulo muy importante, a la hora de optar por uno u



Detalle de unión de pilar metálico sobre placa de anclaje, en zapata de cimentación, resuelto con cordón continuo de soldadura, realizada "in situ", en posición horizontal

otro sistema de unión, en nuestras obras. Vamos a enumerar a continuación algunas de las ventajas, que son conocidas, en las uniones soldadas:

- El empleo de conexiones soldadas en vez de atornilladas permite un ahorro de material (se han realizado estudios que demuestran que puede llegar hasta un 15 %).
- La soldadura requiere menos trabajo y por lo tanto menos personal, que la colocación de tornillos (un solo soldador puede reemplazar una cuadrilla o un equipo de atornillado).
- La soldadura permite una gran variedad de conexiones, que no se puede conseguir con uniones atornilladas.
- Las conexiones soldadas son más rígidas que las demás, lo cual permite una verdadera continuidad en la transmisión de esfuerzos y acciones mecánicas entre elementos.
- Debido a la mayor resistencia del metal de aportación, las cone-

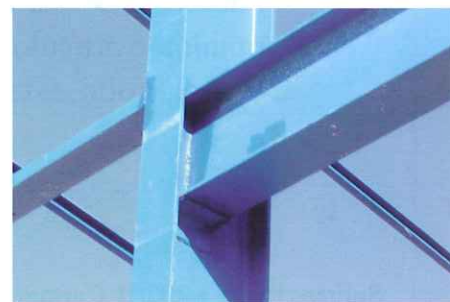
xiones soldadas permiten una gran resistencia a la fatiga.

- Las estructuras soldadas pueden repararse muy fácilmente a diferencia del resto de opciones.
- Las conexiones soldadas permiten ajustes de proyecto o modificaciones en obra, más fácilmente que en otro tipo de uniones.

Inconvenientes

Analizadas las ventajas, haremos ahora una relación de los inconvenientes o desventajas que presenta este tipo de unión, en relación a las uniones atornilladas, que nos ayudará también a inclinarnos por uno u otro sistema:

- Las conexiones rígidas pueden no ser óptimas, en el diseño de algunos nudos en concreto.
- La mano de obra no especializada, en la realización de soldaduras, trae como consecuencia, una menor calidad del proceso acabado.
- La revisión de las conexiones soldadas es más dificultosa que en otros sistemas de unión, lo que supone una mayor necesidad de control y supervisión.
- La creencia de la baja resistencia a la fatiga en conexiones sol-



Detalle de un encuentro de distintos elementos de una estructura metálica, resuelto mediante unión soldada. Véase el trazado del cordón vertical

dadas (Por ese motivo, en algunos proyectos y casos concretos, no se permiten las uniones soldadas).

- Es más fácil la aparición de defectos en los cordones de soldadura y con ello se corre un mayor riesgo estructural, del comportamiento final del conjunto.

Recomendaciones finales

Por último y de cara a conseguir unos adecuados niveles de calidad, en el proceso de unión mediante soldadura, no debereamos olvidar algunos factores:

- La importancia de la accesibilidad de la soldadura, teniendo en cuenta el tamaño y los movimientos necesarios a efectuar durante el soldeo.
- No realizar cordones de soldadura de dimensiones superiores a las especificadas en proyecto.
- Incrementar la garganta de soldadura en un milímetro, como

prevención anticorrosiva.

- Usar métodos de soldaduras en ángulo, antes que soldaduras a tope.
- Puntear con pequeñas soldaduras el trazado del cordón, antes de realizar el cordón de soldadura definitivo.
- Proteger la zona de trabajo, del viento y de la lluvia y suspender los trabajos de soldeo, si la temperatura es inferior de cero grados.

- Las soldaduras deben realizarse por técnicos cualificados y acreditados por un centro oficial o institución autorizada y supervisados por técnicos de Control de Calidad, suficientemente especializados.

Para finalizar, advertir al lector que con este artículo se ha pretendido dar un repaso general a los conceptos que ya todos conoce-

mos, referidos a las uniones mediante cordones de soldaduras, animando así al lector a establecer criterios de elección entre las uniones soldadas y las atornilladas.

En el próximo artículo, continuando con esta dinámica, daremos un avance en el tiempo y nos centraremos en las uniones atornilladas, como solución de futuro, analizando también sus ventajas e inconvenientes, de cara que el proyectista disponga de adecuadas herramientas, para elegir una u otra opción, en cada caso.

(*) *Jesús H. Alcañiz Martínez, es Arquitecto Técnico, Director del "GABINETE DE CONTROL" (Organización de Control de Calidad), Profesor de la Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM) y Especialista en Materiales del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de la Región de Murcia (COAATMU).*
e-mail: gabinetedecontrol@ono.com



Región Industrial

Colabora con nosotros

Si deseas expresar tus puntos de vista e inquietudes tecnológicas, cualquier opinión o artículo que consideres útil para nuestra industria, economía o desarrollo, éste es tu foro de opinión. NO DUDES EN ESCRIBIR



Salitre, 15, 1º • 30201 Cartagena
Tel. 968 50 39 65 • Fax 968 50 44 88
E-mail: admonct@copitirm.org

C/ Huerto Cadenas, 2 - 4 • 30009 Murcia
Tel. 968 27 45 18 • Fax 968 29 30 33
E-mail: admonrm@copitirm.org