

SOLDADURA DE BARRAS DE DISTINTOS ACEROS PARA USO EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

V. L. de la Concepción María⁽¹⁾, H. N. Lorusso⁽¹⁾, H. G. Svoboda^(2,3)

⁽¹⁾ INTI Mecánica; ⁽²⁾ Laboratorio de Materiales y Estructuras, INTECIN, FIUBA; ⁽³⁾ CONICET
valeriac@inti.gov.ar

OBJETIVO

En diversas aplicaciones deben realizarse uniones entre los extremos de barras de acero para armadura en estructuras de hormigón, las cuales se pueden materializar de diferentes formas. Si bien la soldadura es uno de los métodos de unión previstos, es escasa la información disponible para su utilización, a pesar de que puede presentar un ahorro de material significativo.

Los aceros Dual Phase (DP) han cobrado un gran interés tecnológico principalmente en la industria automotriz, expandiendo actualmente su aplicación a otras industrias. Están constituidos por una matriz ferrítica con una fracción de martensita dispersa, otorgándole al material una elevada resistencia mecánica, buen alargamiento, alta capacidad de absorción de energía y alta capacidad de endurecimiento por deformación.

El objetivo de este trabajo fue analizar la soldadura de aceros dual phase en barras de 20 mm de diámetro, para evaluar su potencial aplicación en la industria de la construcción, de acuerdo a los requerimientos normativos de productos del tipo ADN 420S, en cuanto a sus propiedades mecánicas.

DESCRIPCIÓN

Se emplearon barras lisas de 20 mm de diámetro de acero de uso estructural para obtener mediante tratamientos térmicos una estructura Dual Phase (DP). Por otro lado se emplearon muestras de ADN420S comerciales de 20 mm de diámetro, como referencia.

Se realizó un análisis químico, mediante espectrometría de emisión óptica (OES).

Muestras del material de partida (para obtener DP) se trataron térmicamente a 825°C, con 1 hora de permanencia y enfriamiento en agua a 5°C.

Sobre el acero DP obtenido y el acero ADN 420S se realizó una caracterización microestructural mediante microscopía óptica (LM), se determinó la microdureza Vickers, según ASTM E 384, y se realizaron ensayos de tracción según ASTM E 8M. Las propiedades mecánicas obtenidas se compararon con los requisitos normativos para los productos ADN 420S, no considerando el conformado superficial.

Posteriormente, se soldaron a tope barras de 200 mm de longitud de los aceros DP y ADN 420S sin mecanizar, empleando el proceso FCAW (Flux Cored Arc Welding) con alambre tubular E91T5-K3 de 1,2 mm de diámetro, con relleno metálico, siguiendo los requerimientos de la norma IRAM-IAS U500-97. Como gas de protección se empleó CO₂ con un caudal de 20 L/min. Se utilizó el diseño de junta en doble V con un ángulo de 55°, de acuerdo al esquema mostrado en la figura 1.

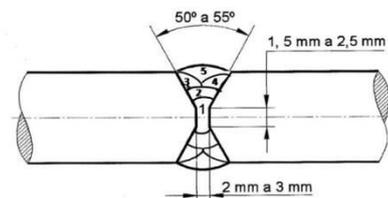


Figura 1: Esquema de la junta empleada.

La soldadura se realizó en forma automática empleando un dispositivo virador. El ángulo de la torcha fue de aproximadamente 30°. En la Figura 2 se muestran imágenes del montaje experimental empleado para la soldadura FCAW (Flux Cored Arc Welding) a tope mecanizada, empleada para ambos materiales.



Figura 2: Proceso de soldadura FCAW.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química del acero utilizado para obtener DP fue: C 0,11%, Mn 0,74%, Si 0,19%. Asimismo la composición química del producto ADN 420 S fue C 0,19%, Mn 1,32%, Si 0,35%, V 0,03%, Nb 0,04%. El material de partida para obtener DP presentó un menor contenido de C, Mn y Si, por lo que se vio favorecida su soldabilidad, y resultó un material de menor costo.

En la Figura 3-a se muestra una micrografía del acero DP obtenido. Se observó una estructura típica de un acero DP, constituida por una matriz ferrítica con islas de martensita, en una fracción de 50%. Se ha reportado que esta fracción es la que presenta una mejor combinación de propiedades mecánicas. La

figura 3-b muestra la microestructura acero ADN 420S comercial. Se observó una estructura ferrítico-perlítica de granos equiaxiales.

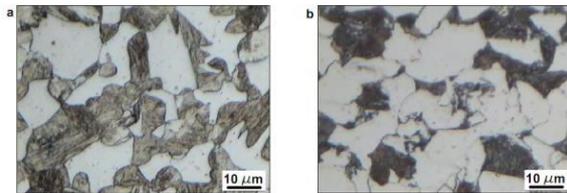


Figura 3: Microestructuras: a- acero DP; b – ADN 420 S.

En la tabla 1 se presentan los resultados de dureza (Hv_1), tensión al límite 0,2% ($Rp_{0,2}$), resistencia a la tracción (Rm) y alargamiento porcentual de rotura ($A\%$), determinadas sobre ambos materiales analizados, y los requerimientos normativos mínimos para los productos ADN420S.

Tabla 1: Propiedades mecánicas de los aceros analizados.

Material	HV ₁	Rp _{0,2} [MPa]	Ruts [MPa]	A [%]	Ruts/Rp _{0,2}
ADN 420S	230	466	614	22,2	1,32
DP	250	460	858	16	1,87
U 500-207	-	420	550	12	1,19

El acero DP obtenido presentó una tensión al límite 0,2% superior al valor mínimo requerido y similar al ADN 420S comercial, mientras que la resistencia a la tracción fue muy superior, así como la relación entre tensiones. La deformación a rotura del DP fue menor que la obtenida para el ADN 420S comercial, aunque mayor que la mínima requerida. Ambos materiales cumplieron con los requerimientos mecánicos para ser clasificados como ADN 420S.

En la figura 4 se muestran las macrografías de las muestras soldadas con DP y con ADN420S, y los perfiles de microdureza.

En los aceros DP, la microestructura original de ferrita-martensita se vio afectada por el ciclo térmico de la soldadura.

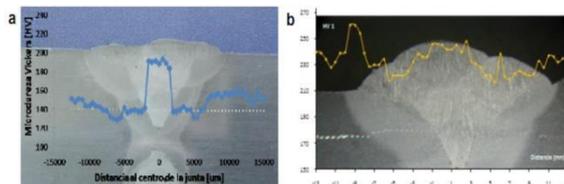


Figura 4: Macrografías de las uniones soldadas y perfiles de microdureza: a- acero DP; b- ADN 420S.

La Zona Afectada por el Calor (ZAC) abarcó un mayor volumen de material debido a la generación de una zona de metal base revenido (MBR). En la figura 5a se ve la microestructura de la zona del MBR adyacente a la zona intercrítica (ZIC), donde se ve una estructura compuesta por ferrita y carburos, que en general corresponde a la zona de

menor dureza. En la figura 5b se ve la microestructura de la ZAC del ADN420S soldado, en la zona recrystalizada de grano grueso (ZRG) compuesta por granos de gran tamaño de ferrita y segundas fases alineadas y no alineadas.

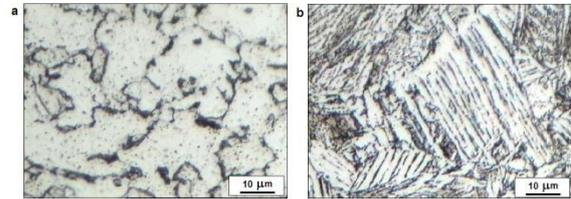


Figura 5: Micrografías de las uniones soldadas: a- MBR del DP, b- ZRG del ADN420S.

En ambos casos se pudo ver un bajo nivel de defectos. En la ZAC del DP (figura 4a) la dureza disminuyó desde los 250 HV del material base hasta unos 130 HV en la zona del MBR (figura 4), para luego aumentar hacia la línea central del cordón. En la figura 4b puede verse que el perfil de microdureza no varió significativamente, alcanzando valores mínimos de 215 HV, siendo la dureza del MS de alrededor de 245 HV.

En la probeta de ADN420S, la fractura se produjo en el material base, por lo que la resistencia medida fue similar a la determinada originalmente. Para el DP la fractura comenzó en la ZAC a ambos lados del cordón, donde se tuvo la menor dureza, para luego propagarse a través de dicho cordón de soldadura. La tabla 2 muestra los resultados del ensayo de tracción de las probetas soldadas.

Tabla 2: Propiedades mecánicas de las probetas soldadas.

Material	Prot (daN)	Ruts (MPa)
ADN 420 S	21159	674
DP	17754	565

La tensión de rotura en el ADN 420S fue superior a la obtenida en el DP. En ambos casos se superó el valor mínimo requerido para el material base (550 MPa).

Dada la mayor resistencia a la tracción del DP, la ubicación de la fractura en el material base en este material es menos probable que en el caso del ADN420S.

CONCLUSIONES

El acero DP obtenido cumplió con los requerimientos normativos del producto ADN 420S en cuanto a sus propiedades mecánicas. El procedimiento aplicado fue satisfactorio, y las uniones soldadas obtenidas fueron satisfactorias, observándose un bajo nivel de defectos. Esto permite un fuerte ahorro de material respecto de otras técnicas de unión. Sin embargo el comportamiento mecánico de la unión podría ser optimizado trabajando en el procedimiento de soldadura.