

± °!Ö P K ö b f € S+ê /#Ý9x G Š5đ>&>@>B5đ> b6ä\$Í

Development of High Strength Hull Structural "BD" Steel Plate Suitable for Large Heat-Input Welding

~.(~ (Isamu Goto) +ê2z %i k(Tokushi Funakoshi) ó# ã (Tor4 Yasuda)

¤ - ¶ M4{ (Jun-ichiro Tsuboi) 7÷ Œ %?(Shin-ichi Aoki) V#ã Ý U(Syuzo Ueda)

0[" :

± °!Ö P K Î á »4Š b8 ö @ f € S+ê /#Ý9x G Š5đ b6ä\$Í †% \$x _ ö&O > | g Â#Ý%Ê'2 †
 /œ W S | u8@ -(ò (REM) \>@ †4:5 ç • K S , G I I 50kg/mm2 (í5đ c>* °!Ö 527kJ/cm
 b P K Î á »4Š _> 8 Z v A f u Z9x 88 ö †&g K S G b5đ † BD(Bond Ductile) 5đ \ j
 Y E S š P j ° ß ž « P K>*"&8 § È Đ í a " î j P K > | g š P j ° ß « Ū ç P K b
 8 N € b P K 2 †#Ý 8 S œ v>* BD 5đ b P K Î á »4Š _> E • vE0 c(Ū 10kg>fr è V>*
 vTrs c(Ū 0 ¥ è W [6 • BD 5đ b š P j ° ß ž « P K)E m c>*p ,) ± ° , G0è9 , > |
 g ± ° ESSO 0è9 , ^] _> 8 Z v , ò ^ B)¼ †&g K S P K Î á »4Š b8 ö b 5 , c>*>@
 'E ì"@ _ | • v \ b œ î « , ¼ - ° (• Æ _> E • ¢(ý Ç ™ Ū - ° b g B • 4 8#Ý _ v \ Y
 C REM c2x ¢(ý Ó ~"@ \ K Z>@'E ì"@ b >#Ö B § - ° † f j M •

Synopsis :

Basic and applied investigations have been performed to develop high strength full steels with superior notch toughness at the weld bond with a large heat-input. A new steel, so-called "BD" or "bond ductile" steel with a 50kg/mm2 tensile strength and microalloyed with rare earth metals and boron, shows as excellent notch toughness even at the weld bond with a heat-input of 527kJ/cm. For example, the weld bond in BD steel shows as absorbed energy higher than 10kg-m at 0 ¥ and a fracture appearance transition temperature lower than 0 ¥ in V-notched Charpy impact test in any case of electrogas, one-side submerged arc, and electroslag welding. Electroslag welding joints in BD steel also show good performances in brittle fracture tests such as the deep notch fracture test and the large scale ESSO test. Toughness improvement at the weld bonds in BD steel is attributed to the acceleration effect of boron nitrides on the nucleation of fine ferrite grains inside prior austenite grains. Rare earth metals form very fine oxysulfide inclusions and provide easy nucleation sites for such boron nitrides.

•ec bîîª?}7 0t[ArM

大入熱溶接性の優れた船体用高張力鋼 (BD鋼) の開発

Development of High Strength Hull Structural "BD" Steel Plate Suitable
for Large Heat-Input Welding

五 藤 勇*

Isamu Goto

船 越 督 已**

Tokushi Funakoshi

中 田 浩***

中 田 浩***

中 田 浩***

中 田 浩***

Toshiyuki Maeda

Toshiyuki Maeda

青 木 真 一****

Shin-ichi Aoki

上 田 修 三*****

Syuzo Ueda

Synopsis:

Basic and applied investigations have been performed to develop high strength hull steels with superior notch toughness at the weld bond with a large heat-input. A new steel, so-called "BD" or "bond ductile" steel with a 50 kg/mm² tensile strength and microalloyed with rare earth metals and boron, etc., was developed.

部組織の改善機構について概説する。

することも大きな課題であるが、一方では、溶接

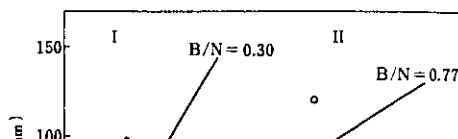
ポンド部靱性の劣化が少ない新しい鋼材の開発が強く要望されている。そこでこの要望にこたえる

Table 1 に示す化学成分の鋼および 0.12% C-0.25

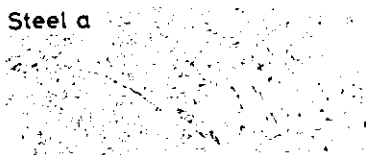
RFM R および

2・2 実験結果および考察

2・2・1 REM およびBの最適含有量



Steel a



Steel b



Steel c



Steel d



[The body of the page is almost entirely obscured by heavy black horizontal bars, likely representing redactions or severe scanning artifacts. Only faint traces of text are visible.]

Table 4 Welding conditions

Welding	Joint geometry	Consumables	Diameter of electrode	Welding current	Arc voltage	Welding speed	Heat input
---------	----------------	-------------	-----------------------	-----------------	-------------	---------------	------------

果をそれぞれ Fig. 8 および Table 6 に示す。いず

は市販 K5D 鋼の $2\text{kg}\cdot\text{m}$, 約 50°C に比べて著しく

は市販 K5D 鋼の $2\text{kg}\cdot\text{m}$, 約 50°C に比べて著しく



Electrogas welding joint



中央切欠大型引張試験片の形状および寸法を および限界 COD 値 δ_c の温度依存性をそれぞれ
 Fig. 12 に示す。破壊荷重 P_b は、破壊時の最大荷重 P_{max} とし、 P_{max} は、

から板幅補正を行い計算した。限界 COD 値 δ_c 比較材として市販 K5D 鋼の特性²⁾ を併記した。
 は、Bilby らの BCS モデルによる亀裂開口変位 Fig. 14 から明らかたように、母材、溶接ヤード部

についての計算式⁴⁾ を用いて、切欠先端から 7mm ほどが溶接金属のいざれに於いて、 δ_c の自然

図 11-7-14 Fig. 11-7-14

Table 2 Low-temperature ESO test results of kind of 1st ...

	Resistance

ており、大型引張試験による限界 COD-温度曲線は市販 K5D 鋼に比べ約 60°C 低温に移行し、きわめて優れた脆性破壊発生阻止特性を示した。

(6) エレクトロガス溶接ボンド部の大型 ESSO 試験の結果、多くの場合ボンドで発生した脆性亀裂は約 20、

それる傾向が大きいといえる。

本実験におけるエレクトロガス溶接継手は石川島播磨重工業(株)溶接研究所および船舶事業本部技術開発室、ならびに片面サブマージーク溶接継手およびエレクトロスラグ溶接継手は川崎重工業(株)造船事業部の製作によるものであり、御見

すなわち、BD 鋼の溶接継手部の脆性亀裂はボンドに沿って長く伝ばする可能性は小さく、母材へ

力いただいた両社の方々に深甚の謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 菅巻 貞石 筑路 : 日本造船研究協会誌, 147 研究部会 (SP147-11-07 (1974))