

] î0 5r •

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.13 (1981) No.2

SA 508 Class 4 6+5đ b0 4

Manufacture of SA 508 Class 4 Steel Forgings

^4Š ‡ M(Toshikazu Tobe) 1 Â 1æ ¶(Hidefumi Tani) Ç f 4 (Susumu Matsui) "•5 •Â (Seimei Karino)

0[" :

SA 508 Class4 \K Z0d I€•– [Q#ÝI€•9x}È t6+5đ †0 4 K(á °K S G
 b6+5đ c M D € S μ "\$x ö2A † w K>* ? X P K †!Õ #. _ | •8 ö Ž ì v#Õ L ^ 8 v b
 [6 W S I } _!Õ v] K+\$ì Ø æ [b Q#Ý _ P M • S u * Si ì † è0! K S) Ý>* Si
 b 0.25>#>|0.03>#| b * ö c « , μ É j î Ü å ç _ | •+\$ ì † b8 ö í † vTs \K Z 35>|
 40 ¥ 5 • M • @>* I Ø 3>|4kgf/mm2 * W I O • G \ @ f ? W S Si * ö _ | • I Ø b * W
 † C > | g Ni b Q5 [ö ~ K S 400mm *x L b6+4 †0è 8 K S) Ý>* I Ø0d A † 62Š K>*
 ? X « , μ j j î Ü å ç _ | •+\$ ì † b8 ö b, ò ^ SA508 Class4 6+5đ b0 4 @ •+
 [6 • G \ @ & 1 [A S

Synopsis :

The forgings specified as SA 508 Class 4 for the high pressure wa ter tank have been manufactured and delivered, which have good mechanical properties and are free of embrittlement by simulated post-weld heat tr eatment. An investigation has been made for reducing the silicon content, so that this steel can be used at high temperature which will embrittle this steel. Consequenty, it has been clarified that reducing the silicon content from 0.25% to 0.03% im proves the toughness after embrittling by step cooling as dropping by 35 to 45 ¥ of vTs, but decreases the strength by 3 to 4 kgf/mm**2. The experimental low silicon content forgings wh ose drop in strength was compensated by increasing carbon and nickel contents have satisfied the strength requiremets and show good toughness after embri tling by step cooling.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

SA 508 CLASS 4 STEEL FORGINGS

Manufacture of SA 508 Class 4 Steel Forgings

戸部 俊一* 谷 喜一**

Toshikazu Tobe

Hidefumi Tani

松居 進***

狩野 征明***

Susumu Matsui

Seimei Karino

Synopsis:

The forgings specified as SA 508 Class 4 for the high pressure water tank have been manufactured and delivered, which have good mechanical properties and are free of embrittlement by simulated post-weld heat treatment.

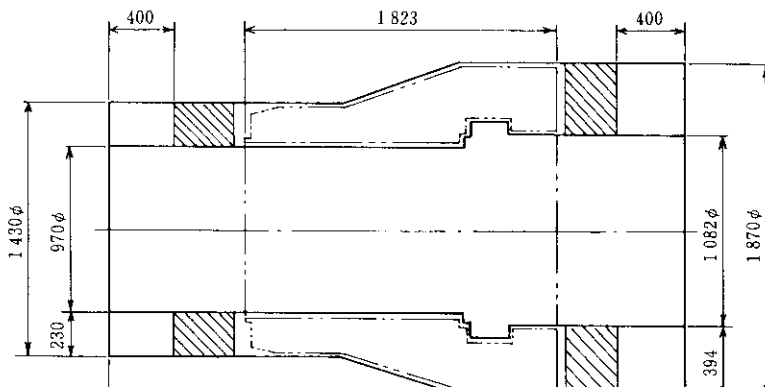
An investigation has been made for reducing the silicon content, so that this steel can be used at high temperature which will embrittle this steel. Consequently, it has been clarified that reducing the silicon content

高圧水槽部材であるシェル材の形状を Fig. 1 に示

転炉-LRF (Ladle Refining Furnace) プロセ

よび機械的性質を Table 1 に示す。

鋼塊に造塊した。溶鋼分析結果を Table 2 に示す。



化学成分の設定にあたっては規格範囲の比較的狭い範囲に8 h 保持し均一にオーステナイト化した後水中

らい、Cについては強度と靱性の面から0.16%、Ni およびCrについては溶接性を考慮して規格範囲の

を行った。なお焼もどし後の冷却は水冷とした。調質後、機械加工により製品本体と確性試験材を

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

ここで T は温度 (K), t は時間 (h) である。しかし靱性に対しては調査の水準内ではほとんどその影響は認められない。

次にPWHT後の冷却速度の靱性におよぼす影響を394mm肉厚1/4部および230mm肉厚1/4部について調査した結果を Fig. 7 に示す。試験の範囲内では顕著な傾向は認められない。Fig. 8 に材料をPWHT温度から空冷した場合の板厚と冷却速度の関係を示すが、これから今回製造したシェル材のPWHT後の冷却速度を推定すると約60°C/hとなり、Fig. 7 から靱性劣化の懸念はない。

以上の結果を、図7、図8、図9、図10、図11、図12、図13、図14、図15、図16、図17、図18、図19、図20、図21、図22、図23、図24、図25、図26、図27、図28、図29、図30、図31、図32、図33、図34、図35、図36、図37、図38、図39、図40、図41、図42、図43、図44、図45、図46、図47、図48、図49、図50、図51、図52、図53、図54、図55、図56、図57、図58、図59、図60、図61、図62、図63、図64、図65、図66、図67、図68、図69、図70、図71、図72、図73、図74、図75、図76、図77、図78、図79、図80、図81、図82、図83、図84、図85、図86、図87、図88、図89、図90、図91、図92、図93、図94、図95、図96、図97、図98、図99、図100、図101、図102、図103、図104、図105、図106、図107、図108、図109、図110、図111、図112、図113、図114、図115、図116、図117、図118、図119、図120、図121、図122、図123、図124、図125、図126、図127、図128、図129、図130、図131、図132、図133、図134、図135、図136、図137、図138、図139、図140、図141、図142、図143、図144、図145、図146、図147、図148、図149、図150、図151、図152、図153、図154、図155、図156、図157、図158、図159、図160、図161、図162、図163、図164、図165、図166、図167、図168、図169、図170、図171、図172、図173、図174、図175、図176、図177、図178、図179、図180、図181、図182、図183、図184、図185、図186、図187、図188、図189、図190、図191、図192、図193、図194、図195、図196、図197、図198、図199、図200、図201、図202、図203、図204、図205、図206、図207、図208、図209、図210、図211、図212、図213、図214、図215、図216、図217、図218、図219、図220、図221、図222、図223、図224、図225、図226、図227、図228、図229、図230、図231、図232、図233、図234、図235、図236、図237、図238、図239、図240、図241、図242、図243、図244、図245、図246、図247、図248、図249、図250、図251、図252、図253、図254、図255、図256、図257、図258、図259、図260、図261、図262、図263、図264、図265、図266、図267、図268、図269、図270、図271、図272、図273、図274、図275、図276、図277、図278、図279、図280、図281、図282、図283、図284、図285、図286、図287、図288、図289、図290、図291、図292、図293、図294、図295、図296、図297、図298、図299、図300、図301、図302、図303、図304、図305、図306、図307、図308、図309、図310、図311、図312、図313、図314、図315、図316、図317、図318、図319、図320、図321、図322、図323、図324、図325、図326、図327、図328、図329、図330、図331、図332、図333、図334、図335、図336、図337、図338、図339、図340、図341、図342、図343、図344、図345、図346、図347、図348、図349、図350、図351、図352、図353、図354、図355、図356、図357、図358、図359、図360、図361、図362、図363、図364、図365、図366、図367、図368、図369、図370、図371、図372、図373、図374、図375、図376、図377、図378、図379、図380、図381、図382、図383、図384、図385、図386、図387、図388、図389、図390、図391、図392、図393、図394、図395、図396、図397、図398、図399、図400、図401、図402、図403、図404、図405、図406、図407、図408、図409、図410、図411、図412、図413、図414、図415、図416、図417、図418、図419、図420、図421、図422、図423、図424、図425、図426、図427、図428、図429、図430、図431、図432、図433、図434、図435、図436、図437、図438、図439、図440、図441、図442、図443、図444、図445、図446、図447、図448、図449、図450、図451、図452、図453、図454、図455、図456、図457、図458、図459、図460、図461、図462、図463、図464、図465、図466、図467、図468、図469、図470、図471、図472、図473、図474、図475、図476、図477、図478、図479、図480、図481、図482、図483、図484、図485、図486、図487、図488、図489、図490、図491、図492、図493、図494、図495、図496、図497、図498、図499、図500、図501、図502、図503、図504、図505、図506、図507、図508、図509、図510、図511、図512、図513、図514、図515、図516、図517、図518、図519、図520、図521、図522、図523、図524、図525、図526、図527、図528、図529、図530、図531、図532、図533、図534、図535、図536、図537、図538、図539、図540、図541、図542、図543、図544、図545、図546、図547、図548、図549、図550、図551、図552、図553、図554、図555、図556、図557、図558、図559、図560、図561、図562、図563、図564、図565、図566、図567、図568、図569、図570、図571、図572、図573、図574、図575、図576、図577、図578、図579、図580、図581、図582、図583、図584、図585、図586、図587、図588、図589、図590、図591、図592、図593、図594、図595、図596、図597、図598、図599、図600、図601、図602、図603、図604、図605、図606、図607、図608、図609、図610、図611、図612、図613、図614、図615、図616、図617、図618、図619、図620、図621、図622、図623、図624、図625、図626、図627、図628、図629、図630、図631、図632、図633、図634、図635、図636、図637、図638、図639、図640、図641、図642、図643、図644、図645、図646、図647、図648、図649、図650、図651、図652、図653、図654、図655、図656、図657、図658、図659、図660、図661、図662、図663、図664、図665、図666、図667、図668、図669、図670、図671、図672、図673、図674、図675、図676、図677、図678、図679、図680、図681、図682、図683、図684、図685、図686、図687、図688、図689、図690、図691、図692、図693、図694、図695、図696、図697、図698、図699、図700、図701、図702、図703、図704、図705、図706、図707、図708、図709、図710、図711、図712、図713、図714、図715、図716、図717、図718、図719、図720、図721、図722、図723、図724、図725、図726、図727、図728、図729、図730、図731、図732、図733、図734、図735、図736、図737、図738、図739、図740、図741、図742、図743、図744、図745、図746、図747、図748、図749、図750、図751、図752、図753、図754、図755、図756、図757、図758、図759、図760、図761、図762、図763、図764、図765、図766、図767、図768、図769、図770、図771、図772、図773、図774、図775、図776、図777、図778、図779、図780、図781、図782、図783、図784、図785、図786、図787、図788、図789、図790、図791、図792、図793、図794、図795、図796、図797、図798、図799、図800、図801、図802、図803、図804、図805、図806、図807、図808、図809、図810、図811、図812、図813、図814、図815、図816、図817、図818、図819、図820、図821、図822、図823、図824、図825、図826、図827、図828、図829、図830、図831、図832、図833、図834、図835、図836、図837、図838、図839、図840、図841、図842、図843、図844、図845、図846、図847、図848、図849、図850、図851、図852、図853、図854、図855、図856、図857、図858、図859、図860、図861、図862、図863、図864、図865、図866、図867、図868、図869、図870、図871、図872、図873、図874、図875、図876、図877、図878、図879、図880、図881、図882、図883、図884、図885、図886、図887、図888、図889、図890、図891、図892、図893、図894、図895、図896、図897、図898、図899、図900、図901、図902、図903、図904、図905、図906、図907、図908、図909、図910、図911、図912、図913、図914、図915、図916、図917、図918、図919、図920、図921、図922、図923、図924、図925、図926、図927、図928、図929、図930、図931、図932、図933、図934、図935、図936、図937、図938、図939、図940、図941、図942、図943、図944、図945、図946、図947、図948、図949、図950、図951、図952、図953、図954、図955、図956、図957、図958、図959、図960、図961、図962、図963、図964、図965、図966、図967、図968、図969、図970、図971、図972、図973、図974、図975、図976、図977、図978、図979、図980、図981、図982、図983、図984、図985、図986、図987、図988、図989、図990、図991、図992、図993、図994、図995、図996、図997、図998、図999、図1000

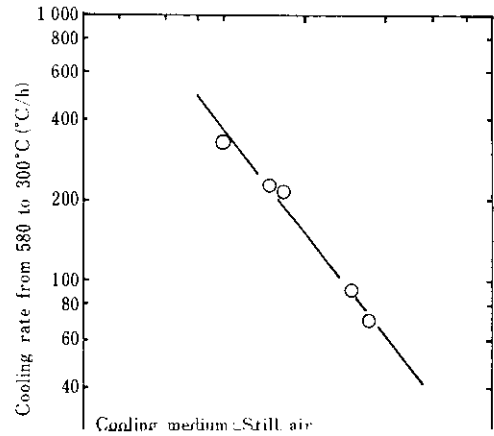


Table 4 Chemical composition of the materials for simulation test

(%)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V
Si added	0.16	0.25	0.28	0.005	0.002	3.10	1.63	0.50	0.005
Si less	0.16	0.03	0.26	0.006	0.002	3.08	1.65	0.48	0.006

を5°C/minおよび20°C/minの2水準に変化させた。強さともに焼入れ冷却速度の低下あるいは焼もど

°C/minは250mm肉厚中心の水冷時冷却速度に相当

添加、無添加によらず同様であるが、同一熱処理

向はSiの有無あるいは脆化処理の有無によらず同様である。同一熱処理条件ではSi無添加鋼の vTs は添加鋼に比べ約 $25^{\circ}C$ 低くなっている。この差は

により、脆化後でも安全な靱性値が得られるという効果をもつことが実験室的に確かめられた。そこで本機用鋼の低Si₂鋼鋼種と試作1種材料の

脆化処理後においても同じである。Fig. 10にはステップクーリングによる脆化量も合せて示すが、焼入れ冷却速度が $20^{\circ}C/min$ の場合Si量による差は認められないが、 $5^{\circ}C/min$ の場合Si無添加鋼の方が添加鋼に比べ $5\sim 10^{\circ}C$ 少ない。しかしこの差は靱性値そのものについての差($25^{\circ}C$)に比べれば

うこととした。
真空溶解により5 t鋼塊を得、 $430t \times 800w \times 1000l$ (mm)に鍛造し、予備熱処理として焼ならし焼もどしを行い、機械加工により厚みを400 mmに減厚した後調質処理に供した。試作材の化学成分および鋼種条件をTable 5に示す。低Si化に

小さい。
以上よりSiの有無は知照知能の上から

よる強度低下を補うため、高圧水槽用シェル材の成分に比べ C が 0.002% 高くない。Alは粗粒鋼種の上

Table 5 Chemical composition and heat treatment of the experimental forging without silicon added

Chemical composition (%)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	As	Sn	Sb
	0.18	0.03	0.33	0.005	0.003	3.76	1.61	0.56	0.006	0.002	0.001 Max.	0.0004
Heat treatment	Quenching			860 °C × 8 h, Water quenching								
	Tempering			610 °C × 8 h, Water cooling								

るので Fig. 15 に示される靱性の差は化学成分の差とみなせる。靱性レベルおよびステップクーリングによる脆化量の差を冷間速度依存傾向は両鋼

焼もどし脆化感受性が高いゆえに、その製造上の取扱いがむずかしいとされていた SA 508 Class

で異なるが、これは低 Si 化による固溶硬化の低下と C および Ni の増量による焼入性の向上とのバラ

はすぐれたものであり当初懸念された PWHT 後の冷却による靱性劣化も生じないものであることが