

Titaan als materiaal voor de bouw (2)

Ing. N.W. Buijs

Van Leeuwen Stainless BV

De eigenschappen van titaan zijn zodanig, dat het uitstekend voldoet als bouw materiaal, vooral als dakbedekking en gevelbekleding. Dit blijkt uit toepassingen in Japan, waar titaan al geruime tijd op juiste waarde wordt geschat.

In tabel 1 zijn de elementaire grootheden vermeld aangaande titaan. Ten aanzien van de mechanische waarden kan men een indicatie krijgen in tabel 2. Lichte fluctuaties in de chemische samenstelling zullen de mechanische waarden beïnvloeden. Vooral de rekgrens en de treksterkte kunnen m.b.v. het legeren met aluminium en vanadium wel drie keer zo hoog worden. Dit maakt het gebruik in de vliegtuigbouw zo interessant. In verhouding tot andere veel gebruikte constructiemetalen heeft titaan een zeer aantrekkelijk soortelijk gewicht. In afbeelding 5 kan men zich grafisch voorstellen hoe de verhoudingen ongeveer liggen. Mede dankzij de relatief goede mechanische eigenschappen heeft titaan een zeer gunstige gewichtsterkteverhouding.

Afbeelding 6 geeft een goede indruk van een ander belangrijk voordeel dat titaan heeft ten opzichte van andere constructiematerialen en wel de lage thermische uitzetting. Deze waarde nadert behoorlijk de waarde van die van glas, waardoor de afdichtingsproblemen, zoals men die heeft met aluminium, tot de verleden tijd behoren.

Het smeltpunt van titaan is 1668 °C hetgeen enigszins hoger is dan dat van ijzer en veel hoger dan dat van aluminium en koper. De elasticiteitsmodulus is ongeveer de helft van die van staal (tabel 1), min of meer gelijk aan die van koper en ongeveer 1,5 keer zo hoog als de waarde van aluminium. De elektrische weerstand is 48,2 $\mu\Omega\text{cm}$, hetgeen ongeveer 60% is van die van roestvaststaal, doch is wel 30

en 15 keer zo hoog als die van respectievelijk koper en aluminium. De magnetische permeabiliteit van titaan is 1.0001 waardoor men kan stellen dat titaan niet-magnetisch is.

Corrosiebestendigheid

Zoals eerder is gesteld biedt titaan een enorme corrosieweerstand tegen allerlei chloridehoudende milieus. In zeewater wordt de bestendigheid wel eens vergeleken met die van platina. Ook calciumchloride dat vaak als antivries wordt gebruikt levert geheel geen problemen op voor titaan. Atmosferische lucht die verontreinigd is met bijvoorbeeld zwaveldioxide, zwavelwaterstof, ammoniak en nat chloorgas wordt probleemloos weerstaan door het metaal titaan. Daarom kan titaan op iedere gewenste omgeving probleemloos in de bouw worden toegepast.

Titaan heeft zijn passief gedrag te danken aan een taaie hechte oxidehuid dus in het algemeen kan men stellen dat men titaan altijd primair moet toepassen in een oxiderend milieu zoals in de bouw altijd het geval is. Titaan kent nauwelijks het fenomeen spannings- en putcorrosie zoals dat vaak het geval is met roestvaststaal en andere metalen.

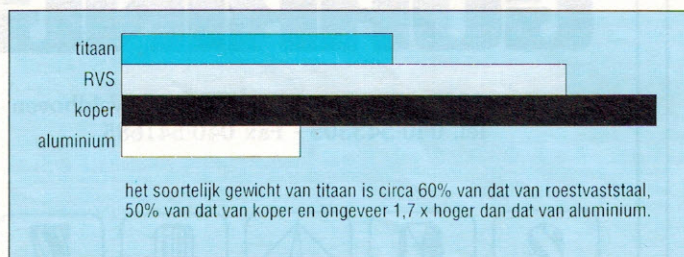
Ook de gevoeligheid voor spleetcorrosie is zeer gering te noemen, terwijl men wel moet uitkijken dat er galvanische corrosie ontstaat door electrolytisch contact met metalen die een (groot) potentiaalverschil bewerkstelligen. Dit kan men voorkomen door goede isolatie. Ook blijkt in de praktijk dat galvanische corro-

sie nauwelijks optreedt tussen roestvaststaal en titaan. Tabel 3 geeft enig inzicht in hoe de corrosieprestaties zich verhouden met andere metalen.

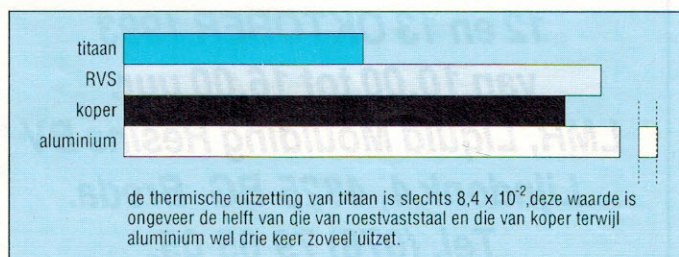
Verwerking

In principe kan technisch zuiver titaan met dezelfde gereedschappen en methoden bewerkt worden als de meeste andere constructiemetalen zoals staal en roestvaststaal. Wat betreft het knippen van titaanplaat is er helemaal geen verschil merkbaar met roestvaststaal. Men kan het ook probleemloos buigen, maar er zal wel meer terugspringeffect zijn, aangezien de elasticiteitsmodulus ongeveer de helft is van die van staal en van roestvaststaal.

Titaan vertoont dus een grotere elastische deformatie met een grotere terugspringneiging indien het aan een grote vormverandering wordt onderworpen. Daarom zullen persen daarop bijgesteld moeten worden. Titaan heeft een hexagonale atoomstapelings wijze waardoor er minder glijvlakken zijn dan met een kubisch vlakke- of gecentreerd rooster, zoals de meeste constructiemetalen. Dit geeft het titaan een stug karakter hetgeen voor de bouw een plezierige bijkomstigheid is. Tijdens het bewerken van titaan moet men er voor zorgen dat het niet te heet wordt. De kans dat dit gebeurt is vrij groot vanwege de relatief slechte warmtegeleidbaarheid en de lage specifieke warmte. Het te warm worden van het metaal kan leiden tot het vastlopen van het werkstuk en zelfs tot ongewenste opname van zuurstof en stikstof die de op



5. Verhoudingen in soortelijk gewicht



6. Verschil in uitzettingscoëfficiënt

pervlakte kunnen verbrossen. Titaan is namelijk gevoelig voor dit laatstgenoemde fenomeen boven de 400 °C. Daarom moeten de snijsnelheden wat lager aangehouden worden en de koeling wat ruimer.

Aangezien titaan extreem snel oxydeert, kan men het niet lassen in de open lucht. Men dient de lastoorts en de afkoelende las te beschermen met een 100% argon atmosfeer. Ook hier geldt dat de afkoelende las beschermd dient te worden voor ongewenste indringing van zuurstof en stikstof teneinde verbrossing te voorkomen. Voor zeer hoogwaardige lasverbindingen dient titaan zelfs in een couveuse te worden gelast.

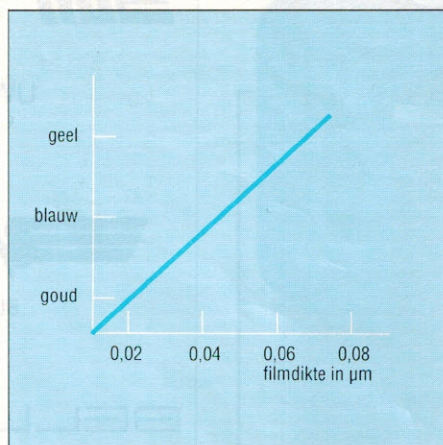
Voor toepassingen in de bouw kan men volstaan met de apparatuur die men ook voor roestvaststaal gebruikt mits er een sleepslof achter de lastoorts wordt gebruikt. Men hoeft niet bevreesd te zijn voor lasbederf en dergelijke, wat nogal eens bij roestvaststaal kan voorkomen.

Kenmerken

Zoals eerder gesteld, behoeft titaan nooit behandeld te worden teneinde een coating te verkrijgen die preventief moet werken tegen corrosie omdat titaan hiertegen van nature ruim voldoende weerstand biedt. De enige reden dat men het oppervlakt wil behandelen heeft een esthetische oorzaak en in dit verband kan men denken aan oppervlakten die glimmen of dof zijn. Daarnaast kent men titaanproducten waarvan de oppervlakte gebeitst of geslepen is. Ook de fascinerende natuurlijke kleur van titaan is in het algemeen ook zeer populair.

Tijdens het anodiseerproces van titaan in een elektrolyet ontstaat er in afhankelijkheid van de tijdsduur een bepaalde dikte van de oxidehuid die dankzij de interferentie van het invallend licht op de transparante oxidehuid een bepaalde kleur oplevert. Dit noemt men ook wel het regenboogeffect omdat in principe ieder gewenste kleur kan worden bereikt. Door een juiste procesbeheersing kan men op deze wijze bepaalde kleuren bereiken door op juiste wijze te programmeren. De kleuren die men hiermede bereikt stralen een metallisch imponerend aanzien uit. Deze kleur blijft in de praktijk onveranderd omdat de kleur nu eenmaal niet ontstaan is door bijvoorbeeld een verfdeklaag die wel na verloop van tijd verkleurt. De dikte van deze geanodiseerde oxidehuid kan oplopen tot maximaal 0,08 µm (afb. 7). Het zal duidelijk zijn dat men er rekening mee moet houden dat deze oxidehuid kan slijten indien daar regelmatig dingen langs schuren. Ook beschadigingen ziet men duidelijk omdat deze interferentiekleur zich uiteraard niet zal herstellen op de plaats van de beschadiging.

Dergelijke gekleurde titaanplaten kan men zowel als losse platen verkrijgen als dunne plaat op een spoel (coil). In dit



7. Relatie tussen de titaanoxijde filmdikte en de kleur

Tabel 2. Mechanische waarden van het technisch zuivere titaan grade 2

0,2% rekgrens in N/mm ²	275
treksterkte in N/mm ²	345
rek in %	20
hardheid in BHN	185

laatstgenoemde geval beweegt de dikte zich veelal tussen 0,3 en 1,2 mm. In Japan heeft men kunstwerken van titaan in de entreehal van kantoren waar men tientallen verschillende kleuren aan het metaal heeft gegeven, hetgeen resulteert in

een prachtig schouwspel.

Ook verschilt de kleur van het titaan in afhankelijkheid van de hoek waarmede men het metaal aanschouwt en door het verschil in lichtintensiteit. Zo heeft bijvoorbeeld het dak van het Sekai-Mahikari gebouw te Kyodan (Japan) overdag een rustige bruinachtige kleur terwijl in de morgen en in de namiddag dit dak een goudachtige kleur heeft. Een en ander is regelrecht een gevolg van de interferentie van de kleuren die de oxidehuid aanneemt. Dit dak is bekleed met circa 11.000 m² titaanplaat met een gewicht van ongeveer 90.000 kg. De titaanplaat is 0,4 mm dik terwijl de windveren van 0,6 mm en de balken van 1 mm plaat vervaardigd zijn (afb. 8).

Oxidehuid

Het oppervlak van titaan is dus bedekt met een harde gesloten oxidehuid. Naast de enorme corrosiebestendigheid van dit huis (afb. 8) heeft men ook andere specifieke eigenschappen ontdekt zoals de gladheid die er voor zorgt dat sneeuw zo gemakkelijk wegglijdt. Overige voordelen van dit gladde oppervlak zijn:

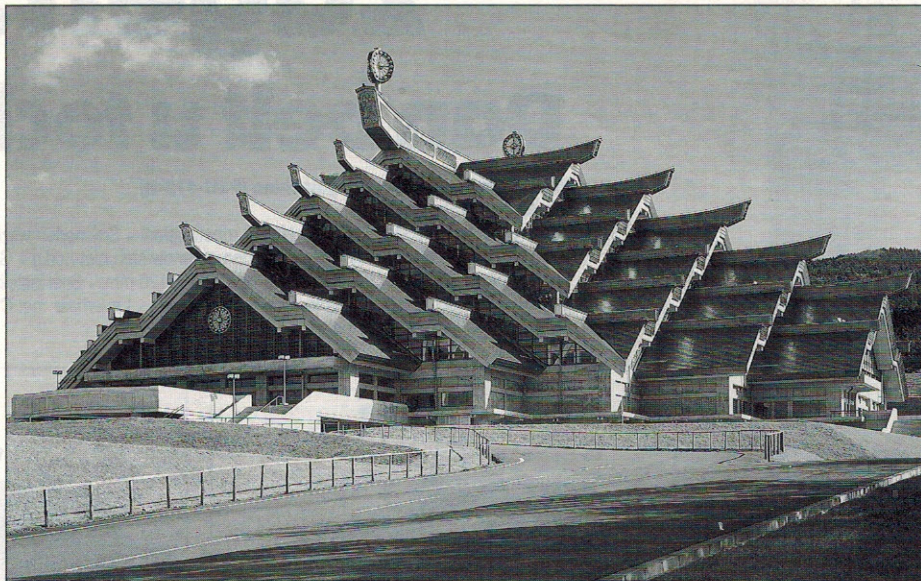
- het zeer gemakkelijk verwijderen van allerlei micro-organismen dat zich onder water aan het oppervlakte afzet;
- vanwege de lage wrijvingscoëfficiënt kan het zeer gemakkelijk allerlei stoffen over zich heen laten glijden. Zo heeft men experimenteel vastgesteld dat een cokestrechter van titaan sneller de natte kolen door liet zakken dan

Tabel 3. Vergelijking corrosieweerstand titaan en RVS

corrosief medium			titaan	roestvaststaal	
	conc.	temp.	grade 2	304	316
zeewater		normaal	■	▼	■
		kokend	■	▲	▼
natriumchloride NaCl	40%	normaal	■	▼	▼
calciumchloride CaCl	40%	normaal	■	▼	
zwaveldioxide SO		normaal	■		
zoutzuur HCl	1%	normaal	■	▼	■
		normaal	▼	◆	◆
	10%	kokend	◆	◆	◆
zwavelzuur H ₂ SO ₄	1%	normaal	■	■	■
		normaal	▼	▼	▼
	10%	kokend	◆	◆	◆
salpeterzuur HNO ₃		normaal	■	■	■
	50%	kokend	■	▼	▼
zwavelwaterstof H ₂ S	nat	normaal	■	▼	
chromiumzuur H ₂ CrO ₄	5%	normaal	■		
natriumhydroxide NaOH	10%	normaal	■	■	■
	50%	normaal	■	■	■
ammoniumhydroxide NH ₄ OH	10%	normaal	■	■	■
	30%	normaal	■	■	■
mierezuur HCOOH	50%	normaal	▼	▼	▼
citroenzuur C ₆ H ₈ (OH)(COOH)	50%	normaal	■	▼	
azijnzuur CH ₃ COOH	60%	normaal	■	■	■

■ = <0,05 mm/jaar
▼ = 0,05 - 0,5 mm/jaar

▲ = 0,5 - 1,27 mm/jaar
◆ = > 1,27 mm/jaar



8. Titaandak van het Sekai-Makikari gebouw in Japan (foto Chriet Titulaer Producties)

welk ander metaal dan ook;

- in Japan heeft men zelfs pannen vervaardigd ten behoeve van de voedselbereiding en men heeft vastgesteld dat dankzij het gladde oppervlak de aanbak-neiging gering is en dat deze aanbaklaag veel gemakkelijker te verwijderen is dan in het geval van roestvaststaal.

Men doet zelfs proeven om titaan ook toe te gaan passen als schuifbladen op sneeuwruimers en als deklaag op bruggen en staalconstructies in die gebieden waar men zware sneeuwval heeft, teneinde de mechanische belasting te verlagen.

Conclusie

Titaan is een zeer gebruikersvriendelijk metaal dat de laatste jaren steeds meer wordt toegepast, vooral in Japan en in de

VS. Ondanks de goede kenmerken en eigenschappen is het gebruik markttechnisch nog niet op dat niveau waar het eigenlijk had moeten zijn. Vooral het lage soortelijk gewicht en de prima sterkte alsmede de uitstekende corrosiebestendigheid en de niet-giftig eigenschappen zouden het gebruik verder moeten stimuleren en dat vooral in de bouwnijverheid. Om naast de 'gewone' halffabrikaten het gebruik van titaan te laten bevorderen, ontwikkelt men thans ook composieten waarin titaan is verwerkt.

Men kan hierbij denken aan:

- titaan + roestvaststaal gelamineerde plaatmaterialen;
- titaan + aluminium honingraatstructuren;
- titaan + harsmaterialen;
- titaan + beton.



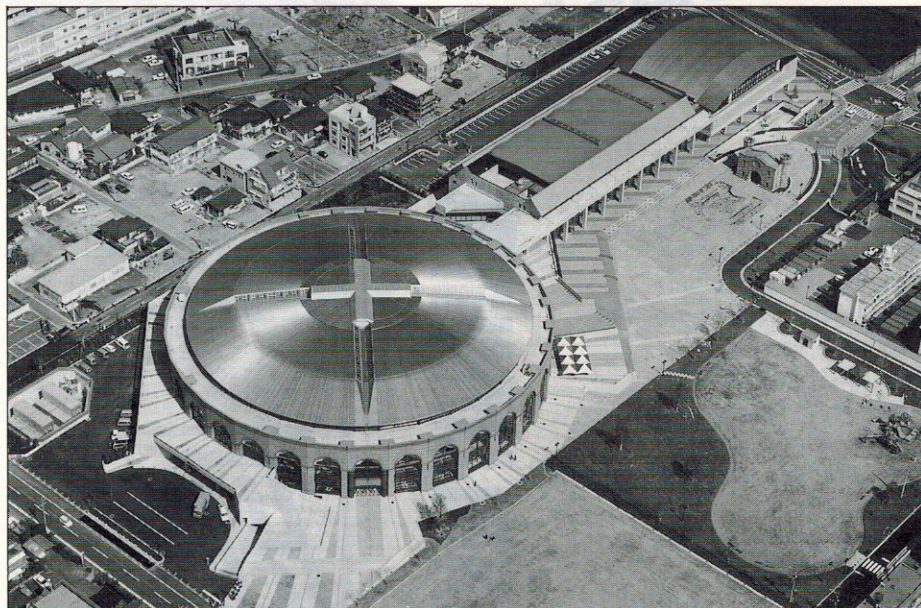
9. Titaangevelbekleding grade 2 (foto Kanto Special Steel works)

Er is een toenemende vraag om composietmaterialen toe te gaan passen omdat dergelijke produkten licht en qua kostprijs interessant zijn. Ook is het de verwachting dat titaan als bouw materiaal internationaal een snelle vlucht zal gaan nemen. We kunnen hierbij denken aan gevelmateriaal (eventueel een composiet), decoraties, dakmateriaal, kozijnen, enz. Andere toepassingen die tot de mogelijkheden behoren zijn titaankabels omdat er vooral in de gelegerde conditie zo'n buitengewone gunstige gewicht-/sterkte verhouding aanwezig is. Ook kan men al titaanfolie maken met aan één zijde een kleeflaag die dan bijvoorbeeld als corrosiebeschermingslaag kan fungeren op gebouwen, pilaren en objecten die aan zeewater worden blootgesteld. Gaas gemaakt van titaan komt al voor in de galvano-industrie en de filterindustrie. Tenslotte zij vermeld dat titaan ook als vezel in beton kan worden verwerkt om het beton een veelvoud sterker te maken. Dankzij dit feit kan men het beton veel lichter gaan uitvoeren hetgeen uiteraard ten goede komt aan het uiteindelijke gewicht. Dit artikel beoogt daarom ook het gebruik van titaan in de bouw te introduceren c.q. te stimuleren omdat in Nederland er nagenoeg nog geen gebruik van wordt gemaakt. ☐ MK

Verantwoording: De auteur is dank verschuldigd aan de heer Yosiaki Muraoka, directeur van Kanto Special Steel Works en aan het bedrijf Nippon Steel Corporation (beide Japan) die voor de nodige informatie hebben gezorgd. Ook past een woord van dank aan de heer Chriet Titulaer die fotomateriaal ter beschikking heeft gesteld.

Literatuur:

Titaan een goed alternatief deel 1 - 4; ing. N.W. Buijs - Metaal en Kunststof nr. 17, 18, 19 en 20 - 1991.
Titaan: een ongekende optie voor raffinerijen; N.W. Buijs - Roestvaststaal nr 9 - 1992.



10. Dit dak van een gemeentehuis in Japan is geheel van titaan grade 2 vervaardigd.