

Materialteknikk offshore

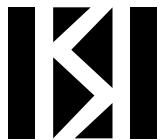
Del 1: 2010

Konstruksjonsstål offshore; design og fabrikasjon

1. utgave

av

Åsmund Gunleiksrud



Norsk Stålforbund
www.stalforbund.com

Utgiveren påtar seg ikke ansvar for bruken av data fra boken

ISBN 978-82-91466-05-7

© 2010 Norsk Stålforbund

Lay-out: Kjetil Myhre/Einar Braathu

Foto omslag: Øyvind Hagen/Statoil

Trykk og innbinding: Allkopi

Forord

Gjennom sine mange år i praksis utviklet Åsmund Gunleiksrud seg til å bli en av våre fremste eksperter innen fagområdet Materialteknikk Offshore noe han utnyttet gjennom sitt arbeid i store offshore prosjekter. Han bidro ved utarbeidelse av en rekke spesifikasjoner og standarder og var en entusiastisk bidragsyter ved utviklingen av ISO standarder for offshore konstruksjoner.

Åsmund hadde i flere år planer og ambisjoner om la sine kunnskaper komme andre til nytte gjennom å skrive og utgi bøker innen sitt fagfelt, men hans sterke engasjement i de prosjektene han arbeidet med hindret dette arbeidet. Først vinteren og våren 2009, når sykdommen hindret ham i utførelse av prosjektarbeid, benyttet han anledningen til å prioritere den oppsummering av erfaringer som han lenge hadde planlagt. Disse to bindene, del 1 som har tittel "Materialteknikk offshore. Konstruksjons-stål offshore; Design og Fabrikasjon" og del 2 som har tittel "Materialteknikk offshore. Transportrør for olje og gass", er en tettpakket oppsummering av erfaringer som gir nyttig lærdom for enhver som søker kompetanse innen materialteknologi og som gir råd om anvendelse i grenseland mellom design og fabrikasjon for offshore bruk.

Disse bøkene vil stå som minnesmerker over en høyt respektert fagmann.

Vi som har fått anledning til å samarbeide med Åsmund er glade for at han gjennom disse bøkene har gitt andre tilgang til flikker av den brede kompetanse han hadde. Åsmund døde den 6. august i 2009. Vi skylder hans datter Merete stor takk for hennes arbeid med å fullføre manuskriptene til bøkene.

Asker 04. mai 2010

På vegne av mange kolleger

Martin O. Måseide

Innholdsfortegnelse – Konstruksjonsstål offshore

Forfatterens forord.....	5
1 Innledning.....	7
2 Stålfremstilling.....	9
2.1 Generelt.....	9
2.2 Legeringsfilosofi, kjemi og prosessrute.....	9
2.2.1 Legerings- og mikrolegeringselementer.....	9
2.2.2 Inneslutninger.....	12
2.2.3 Prosessrute.....	13
2.3 Valsing /Varmebehandling.....	14
2.3.1 Separat valsing med påfølgende Normalisering.....	14
2.3.2 Separat valsing med påfølgende seigherding (Q/T).....	14
2.3.3 Kontrollert valsing.....	15
3 Sveisbarhet.....	18
4 Mekaniske egenskaper.....	20
4.1 Styrke/Fasthet.....	20
4.2 Duktilitet.....	21
4.3 Slagseighet/Bruddseighet.....	22
4.4 Sprekkestoppesgenskaper.....	23
4.5 Egenskaper i sveist tilstand -utvikling av tilsett.....	23
5 Utmatting -korrosjonsutmatting.....	25
5.1 Utmatting forbedringsmetoder etter sveising.....	27
6 Kvalifisering av stålet hos leverandør.....	28
7 Produktformer - Dimensjoner.....	29
8 NORSOK.....	30
8.1 Grunnleggende prinsipper.....	30
8.1.1 Hierarki for beslutninger.....	31
8.1.2 Myndigheter/ oljeselskaper (premissgiver).....	31
8.2 Designer/ ingeniør (detaljprosjektering).....	32
8.3 Fabrikasjons- og installasjonskontraktør.....	32
8.4 Essensielle parametre i design.....	33
8.5 Design klassen.....	33
8.6 Stålkvalitetsnivå.....	34
8.7 Inspeksjonskategorier.....	35
8.8 Materialspesifikasjon.....	36
8.9 Fabrikasjon.....	36
9 Valg av stålkvalitet i henhold til NORSOK N-004- konstruksjonsklasser.....	38
9.1 Generelt.....	38
9.2 Konstruksjonsklasser (Design Class).....	39
9.3 Stålkvalitet -Steel Quality Level (SQL).....	39
9.4 Seighetskrav ved fabrikasjon.....	40
9.5 Sveising og NDT.....	40
9.6 Lagerhold og praktisk konsekvenser av dette.....	41
9.7 Støpt og smidd materiale.....	41
10 Design, material og fabrikasjon i henhold til DNV.....	42
10.1 Generelt.....	42
10.2 De viktigste standarder som er aktuelle for Offshore Konstruksjoner.....	42
10.2.1 DNV-OS-C101 - DESIGN OF OFFSHORE STEEL STRUCTURES, General Load and Resistance Factor Design (LRFD method) ²⁰	42

10.2.2	DNV-OS-C201 - STRUCTURAL DESIGN OF OFFSHORE UNITS; Working Stress Design (WSD method) ²¹	43
10.2.3	DNV-OS-B-101 - METALLIC MATERIALS ²²	44
10.2.4	DNV-OS-C-401 - FABRICATION AND TESTING OF OFFSHORE STRUCTURES ²³	44
10.2.5	Welding processes	44
10.2.6	Objective.....	45
10.2.7	Øvrige DNV Offshore design standarder	45
10.3	Konstruksjonsmessige hensyn.....	45
10.3.1	Valg av konstruksjons kategorier	45
10.4	Inspeksjon av sveiser.....	47
10.5	Konstruksjonsstål i DNV standarder.....	48
10.5.1	Generelt	48
10.5.2	Betegnelser av og krav til konstruksjonsstålet - Sveisbarhet	48
10.6	Sveiseprosedyrer	51
10.7	Fabrikasjon og toleranser	51
11	ISO Standard 19 902 ”Offshore Structure”	54
11.1	Generelt	54
11.2	Generelle design krav	54
11.3	ISO Annex D- DC Approach	55
11.3.1	Design- og materialkrav	55
11.3.2	Valg av konstruksjonsstål	57
11.3.3	Stålgrupper.....	57
11.3.4	Seighetsklasser.....	58
11.4	Fabrikasjon og Inspeksjon.....	61
11.5	Støpestål	65
11.6	Referansestandarder	65
12	ISO FDIS Standard 19 906 ¹⁷ ; ”Arctic Offshore Structure”	66
12.1	Generell kommentar	66
12.2	Spesielle krav i ISO 19 906 ¹⁷	66
13	Kvalitetssikring - Konstruksjonsstål	67
13.1	Personell- Kvalifisering og ansvar	67
13.2	Kvalifisering av sveiseprosedyrer	67
13.3	Inspeksjon og ikke destruktiv prøving	67
14	Dokumentasjon.....	68
15	Tilgjengelighet/ Pris	68
16	Erfaring fra fabrikasjon av høyfast stål	68
16.1	Besparelser	69
16.2	Begrensninger /Utfordringer	69
17	Forkortelser/Definisjoner.....	71
18	Referanser.....	72
	Figurliste.....	74
	Tabelloversikt.....	74

Forfatterens forord

Stort sett har man i offshorevirksomheten gjort bruk av tradisjonelle materialer, og eventuelt videreutviklet disse. Det har hele tiden vært et viktig prinsipp at all materialutvikling har foregått i fellesskap med materialtilvirkere, engineeringsselskaper, fabrikkasjonsverksteder, eventuelt forskningsinstitusjoner og sluttbrukere. På denne måten har en fått fram realistiske ønsker, krav og muligheter i samme prosjekt. Når resultatene fra utviklingsarbeidet har foreligget så har en hatt relativt kort vei fra utvikling til implementering.

Av materialutvikling som har skjedd innen konstruksjonsstål i offshoreindustrien de senere år kan en spesielt nevne.

- Utvikling av lavkarbon konstruksjons- og rørstål med krav til lav karbonekvivalent og høy renhet. Stålene har meget god sveisbarhet, liten tendens til hydrogensprekker og er i alle sammenhenger svært fabrikkasjonsvennlige. God sveisbarhet har også medført at en har kunnet redusere omfanget av spenningsanløpning etter sveising. Alt dette har bidratt til at fabrikkasjon har blitt enklere og rimeligere sammenlignet med bruk av de tidligere varianter av stål.
- Utvikling av mer høyfaste CMn stål og mikrolegerte stål som også har gitt mulighet for kostnadsreduksjoner
- Utvikling av sveiseprosesser og tilsettmaterialer, for å tilfredsstille de moderne konstruksjonsstålene.
- Klarlegging av utmatting under de mange forskjellige forutsetninger og miljømessige belastninger. Det er i offshore regi gjennomført store forsknings- og utviklingsprosjekter for å klarlegge utmattingsegenskaper for de forskjellige stålmateriale i luft, sjøvann/CP og flere andre miljø. Temaet er kort behandlet i denne oversikten.
- Utarbeidelsen av Norsk Offshorestandard NORSOK ble gjennomført i 1993-94. De materialtekniske standardene har hatt stor betydning for standardisering av materialtekniske krav til konstruksjoner, rør og rørdeler, og derved muliggjort lagerføring i større omfang. Samarbeidet med standardene har også bidratt til felles erfaringsutveksling og på denne måten vært kompetansebyggende.

For materialstandardene bruker en i NORSOK bare datablad (Material Data Sheet, MDS) som refererer til internasjonale standarder. For hver enkelt kvalitet har en således bare 1-2 sider som spesifiserer kvaliteten. Dette gjelder både for konstruksjonsstål og prosessrør (piping) og andre prosesskomponenter i smidd og støpt gods.

Fabrikkasjonsspesifikasjonene fra de enkelte selskapene var tidligere relativt voluminøse og inneholdt mer generelle og spesielle fabrikkasjonskrav, arbeidsbeskrivelser og kvalitetssikring. En stor del av disse elementene ble ikke tatt med i NORSOK fabrikkasjonsstandarder. Her ble det kun referert til basis material og fabrikkasjonskrav samt funksjonskrav med akseptkriterier. Storparten av det øvrige stoffet er overført til kontraktsdokumenter som "Scope of work", og vedlegg til kontrakten samt til "good workmanship" og avtalte prosedyrer mellom verksted og utbygger.

Dette oppsettet ble utarbeidet vinteren 2001 med oppdateringer vinteren 2009. Likevel har det skjedd en utvikling innenfor flere stålmateriale de senere år som ikke har fått den behandling det kunne ha krav på.

Det oppfordres derfor til de som har erfaring innenfor dette området å supplere og bearbeide videre de tema som er tatt opp her, samt bringe inn nytt stoff av mer aktuell karakter. Sammenstillingen kan derved bli et generelt supplement i undervisning og praktisk bruk for materialteknikk offshore, også for de som ikke har Material som sin viktigste disiplin.

En spesiell takk rettes til Martin Måseide, VMI, for hans viktige bidrag til designbeskrivelsen i NORSOK og ISO. Måseide og forfatteren har over lengre tid samarbeidet i begge disse organisasjonene innenfor dette området.

En takk rettes også til Per Lohne for hans gjennomgang av DNV kapittelet, for å bekrefte at innholdet ikke strider mot DNV sin filosofi og innhold i standardene.