

Materialteknikk offshore

Del 2: 2010

Transportrør for olje og gass

1. utgave

av

Åsmund Gunleiksrud



Utgiveren påtar seg ikke ansvar for bruken av data fra boken

ISBN 978-82-91466-06-4

© 2010 Norsk Stålforbund

Lay-out: Kjetil Myhre/Einar Braathu

Foto omslag: Nord Stream AG

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. Konstruksjonsstål 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.

Manuskriptet til Materialteknikk Offshore Del 2 er opprinnelig utarbeidet av Åsmund Gunleiksrud. En del endringer/justeringer er imidlertid i ettertid utført av Tor Simonsen i samråd med tidligere NTH/Statoil kolleger.

Asker 04. mai 2010

På vegne av mange kolleger

Martin O. Måseide

Innholdsfortegnelse Transportrør for olje og gass

Forfatterens forord.....	5
1 Innledning.....	6
2 Stålfremstilling	7
2.1 Generelt	7
2.2 Legeringsfilosofi, kjemi og prosessrute	7
2.2.1 Legerings- og mikrolegeringselementer.....	8
2.2.2 Inneslutninger.....	11
2.2.3 Prosessrute.....	12
2.3 Valsing /Varmebehandling.....	12
2.3.1 Separat valsing med påfølgende Normalisering.....	12
2.3.2 Separat valsing med påfølgende seigherding (Q/T).....	13
2.3.3 Kontrollert valsing.....	14
3 Sveisbarhet	16
3.1 Innledning.....	16
3.1.1 Kjemisk sammensetning – Akseptkriterier	17
4 Mekaniske egenskaper	20
4.1 Styrke/Fasthet.....	20
4.2 Duktilitet.....	26
4.3 Seighet/Bruddseighet	26
4.4 Andre prøver/tester ¹	28
5 Tilleggskrav (Supplementary Requirements) ¹	30
5.1 Krav til sur service	30
5.2 Krav til sprekkstopp	31
5.3 Krav til plastisk deformasjon	31
5.4 Dimensjonstoleranser	31
5.5 Høy utnyttelse av styrken i materialet (U)	32
6 Rørproduksjon	33
6.1 Kvalifiseringsprosedyrer	33
6.2 Sømløse rør	34
6.3 Langssveiste rør.....	34
6.3.1 SAW Langssveiste rør.....	34
6.3.2 HFI-ERW langssveiste rør.....	35
6.3.3 Spiralsveiste rør (Helical pipe).....	36
6.3.4 Kledde rør (Clad Pipe) og forede rør (Lined Pipe)	36
7 Sveising under rørlegging	38
7.1 Generelt	38
7.2 ”Double jointing”	38
7.3 Hovedlinjen	38
7.4 Reparasjon	39
8 Ikke destruktiv prøving og kontroll (NDT).....	40
8.1 NDT i rørproduksjon.....	40
8.2 NDT under rørlegging.....	40
9 Utmatting av rør	42
10 Belegg (Coating)	45
11 Leggeprosess	46
11.1 S-legging	46
11.2 J-legging	46
11.3 Kveiling (Reeling).....	47

11.4	Utvikling av leggemetoder for dypt vann	47
11.5	Utviklingsmetoder	48
12	Kvalitetssikring	49
12.1	Personell- Kvalifisering og ansvar	49
12.2	Kvalifisering av sveiseprosedyrer.	49
12.3	Inspeksjon og ikke destruktiv prøving	49
13	Dokumentasjon.....	50
14	Vedlegg	50
15	Forkortelser, definisjoner:	51
16	Referanser.....	53
	Figurliste.....	55
	Tabelloversikt.....	55

Forfatterens forord.

Lange transportrørledninger krever store tonnasje stål. For Europipe 2 for eksempel som har en lengde offshore/onshore på hhv 626 km/12 km, ble det brukt 51718 antall rør (12m). Dette utgjør en total stålmengde på 449.842 tonn. For denne rørledningen ble det oppnådd en vektbesparelse på 25.320 tonn ved å gå over fra X65 til X70.

Det betyr derfor svært mye å benytte stål med høy flytegrense, og utnytte denne maksimalt. Det har vært svært viktig å utvikle stål med høy flytegrense, og samtidig god sveisbarhet og gode egenskaper som kreves av aktuelle rørstål under forskjellig miljøforhold.

Et viktig prinsipp er at utviklingen av nye rørmaterialer har foregått i fellesskap med materialtilvirkere, leggeselskap, eventuelt forskningsinstitusjoner og brukere. 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 med rørstål i offshoreindustrien de senere år kan en spesielt nemne:

- Utvikling av lav karbon rørstål med krav til lav karbonekvivalent og høy renhet. Stålene har meget god sveisbarhet, liten tendens til hydrogensprekker og er i alle sammenhenger svært fabrikkingsvennlige. God sveisbarhet har også medført at en har kunnet redusere omfanget av spenninganløpning etter sveising. Alt dette har bidratt til at legging av rørledninger har blitt enklere og rimeligere sammenlignet med bruk av tidligere varianter av stål.
- Stålene har på grunn av lav karbon og høy renhet også stor motstand mot de forskjellige angrepene fra H₂S.
- Utvikling av mer høyste C-Mn stål og mikrolegerte stål som også har gitt mulighet for kostnadsreduksjoner.
- Utvikling av tilsettmaterialer og sveiseprosesser, også nye prosesser, for å møte kravene til mekaniske egenskaper i de moderne rørstålene.
- Klarlegging av utmatting under forskjellige forutsetninger og miljømessige belastninger. Det er i offshore regi gjennomført 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 DNV Offshore Rørstandard (DNV-OS-F101) er utviklet fra 1970- årene frem til siste utgave i 2007. De materialtekniske standardene har hatt stor betydning for standardisering av materialtekniske krav til rør og rørdeler. Samarbeidet mellom standardene har også bidratt til felles erfaringsutveksling og på denne måten vært kompetansebyggende.

Fabrikasjons spesifikasjoner fra de enkelte selskapene var tidligere relativt voluminøse og inneholdt mer generelle og spesielle fabrikkingskrav, arbeidsbeskrivelser og kvalitetssikring. Dette er nå samlet i DNV-OS-F101.

Kapittel 2 Stålfremstilling og deler av 3 Sveisbarhet er delvis det samme som er behandlet i Del 1, Konstruksjonsstål. Det tas imidlertid med her for de som ikke har Del 1.