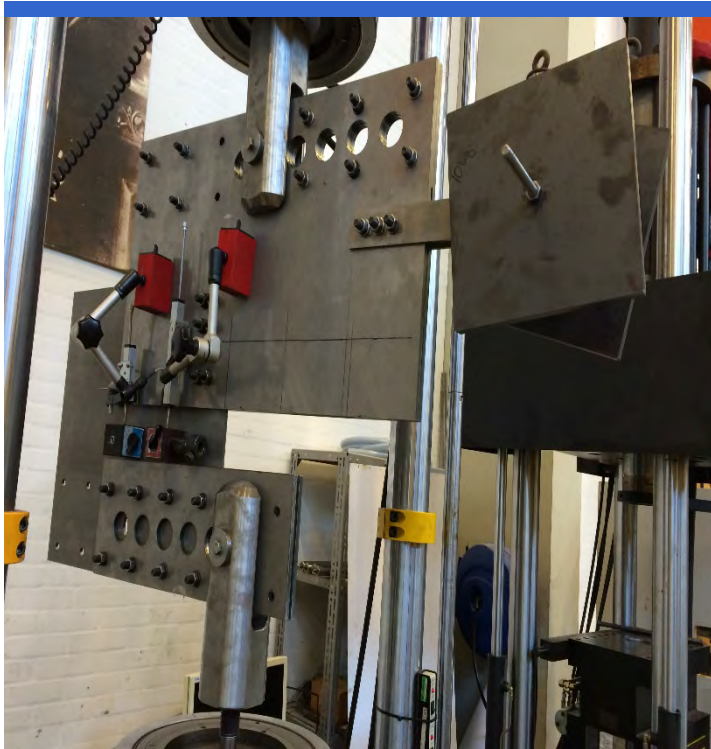


Testrapport af laskepladesamlingers blokforskydning



Wisam Elias Neaman

Taha Belal Eljaja

BEng Thesis

Department of Civil Engineering
2015

DTU Civil Engineering
February 2015

Symbolliste

f_y	Flydespændingen
f_u	Brudspændingen
$f_{y,min}$	Minimumsflydespænding
$f_{y,max}$	Maksimumsflydespænding
f_b	Spændingen stålet har når det aktuelle brud finder sted
ε_u	Brudtøjningen
ε_b	Tøjningen stålet har når det aktuelle brud finder sted
E	Elasticitetsmodullet
M_r	Nominelle monteringsmoment
Δd	Afstanden stemplerne vandrer med
ΔA	Det elastiske interval
ξ	Afstanden fra centersamling ud til rotationspunktet i samlingen
x	Afstanden imellem flytningsmålerne
E_A	Hældningen i det reversible stadie
$\Delta\sigma$	Spændingsintervallet til beregning af hældningen E_a
$\Delta\varepsilon$	Tøjningsintervallet til beregning af hældningen E_a
$F_{exp,y}$	Den forventede flydekraft
$F_{exp,u}$	Den forventede brudkraft
μ_y	Den forventede flytning tilhørende flydekraften
μ_b	Den forventede flytning tilhørende brudkraften
$\alpha_{piston,y}$	Den opnåede rotation når den forventede flydekraft finder sted
$\alpha_{piston,u}$	Den opnåede rotation når den forventede brudkraft finder sted
$\mu_{sæt,1}$	Første observerede sætning på arbejdskurverne for blokforskydningsforsøgene
$\mu_{sæt,2}$	Anden observerede sætning på arbejdskurverne for blokforskydningsforsøgene
$\mu_{sæt,3}$	Tredje observerede sætning på arbejdskurverne for blokforskydningsforsøgene

Indholdsfortegnelse

Symbolliste	i
Introduktion.....	1
Testrapport del I.....	2
1 Stålstyrketest	3
1.1 Materialer	3
1.2 Maskine	3
1.3 Test-setup.....	3
1.4 Maskinindstillinger	5
1.5 Træktest-resultater	5
2 Behandling af testresultater	6
2.1 Behandlingsprocedure.....	6
2.2 Fejl under tests	6
2.3 Stålstyrken for C1.1	7
2.3.1 Styrkeparametre for C1.1	9
2.4 Stålstyrken for C1.2	10
2.4.1 Styrkeparametre for C1.2	11
2.5 Stålstyrken for C2.1	12
2.5.1 Styrkeparametre for C2.1	14
2.6 Stålstyrken for C2.2	15
2.6.1 Styrkeparametre for C2.2	17
2.7 Stålstyrken for C3.1	18
2.7.1 Styrkeparametre for C3.1	20
2.8 Stålstyrken for C3.2	21
2.8.1 Styrkeparametre for C3.2	23
2.9 Stålstyrken for C4.1	24
2.9.1 Styrkeparametre for C4.1	26
2.10 Stålstyrken for C4.2	27
2.10.1 Styrkeparametre for C4.2	28
2.11 Opsummering af træktest-resultater	29
Testrapport del II.....	30
3 Navne og antal på anvendte materialer.....	31
4 De anvendte designs	32
4.1 Forsøgsopstilling 1	32

4.2	Forsøgsopstilling 2.....	34
4.3	AutoCad tegninger for testelementerne	36
4.3.1	Element A1	36
4.3.2	Element A2	37
4.3.3	Element B.....	38
4.3.4	Element C1.....	39
4.3.5	Element C2.....	40
4.3.6	Element C3.....	41
4.3.7	Element C4.....	42
4.3.8	Element D1	43
4.3.9	Element D2	44
4.3.10	Element E1.....	45
4.3.11	Element E2.....	45
4.3.12	Element F.....	46
4.4	De leverede testmaterialerne	47
4.4.1	Billeder af anvendt materiale til sammensætning af konstruktion.....	51
4.5	Apparater.....	52
5	Forsøgsopstilling.....	56
5.1	Samlingen af forsøgsopstillingen.....	58
5.2	Opsætning af forsøgsopstilling.....	61
5.3	Forspænding af bolte.....	62
5.3.1	Momentnøglemetoden	62
5.3.2	Den praktiske metode	62
5.4	Maskinindstillingerne	63
6	Introduktion af databehandling	64
6.1	Beregning af vinkelflytning.....	66
6.2	Behandling af testresultater.....	68
6.3	Gennemgående bemærkninger under forsøgene.....	69
7	Resultater	70
7.1	Generelt for test 1	70
7.1.1	Materialer.....	70
7.1.2	Testprogram	70
7.2	Figur for opstillingen af test 1.....	71
7.3	Test 1,1	72

7.3.1	Resultater for test 1,1.....	72
7.3.2	Kommentarer for testmaskinens kraft/stempelvandring	74
7.3.3	Kommentarer til grafen for kraft/flytningsmålerne	74
7.3.4	Kommentarer til grafen for kraft/vinkel.....	74
7.4	Test 1,2	76
7.4.1	Resultater for test 1,2.....	76
7.4.2	Kommentarer for testmaskinens kraft/stempelvandring	78
7.4.3	Kommentarer til grafen for kraft/flytningsmålerne	78
7.4.4	Kommentarer til grafen for kraft/vinkel.....	78
7.5	Generelt for test 2	80
7.5.1	Materialer	80
7.5.2	Testprogram	80
7.5.3	Figur for opstillingen af test 2.....	81
7.6	Test 2,1	82
7.6.1	Resultater	82
7.6.2	Kommentarer for testmaskinens kraft/stempelvandring	84
7.6.3	Kommentarer til grafen for kraft/flytningsmålerne	84
7.6.4	Kommentarer til grafen for kraft/vinkel.....	84
7.7	Test 2,2	86
7.7.1	Resultater	86
7.7.2	Kommentarer for testmaskinens kraft/stempelvandring	88
7.7.3	Kommentarer til grafen for kraft/flytningsmålerne	88
7.7.4	Kommentarer til grafen for kraft/vinkel.....	88
7.8	Generelt for test 3	90
7.8.1	Materialer	90
7.8.2	Testprogram	90
7.8.3	Figur for opstillingen af test 3.....	91
7.8.4	Yderligere kommentarer for test 3.....	92
7.9	Test 3,1	93
7.9.1	Resultater	93
7.9.2	Kommentarer til grafen for kraft/flytningsmålerne	95
7.9.3	Kommentarer til grafen for kraft/flytningsmålerne	95
7.9.4	Kommentarer til grafen for kraft/vinkel.....	95
7.10	Test 3,2	97

7.10.1	Resultater	97
7.10.2	Kommentarer for testmaskinens kraft/stempelvandring	99
7.10.3	Kommentarer til grafen for kraft/flytningsmålerne	99
7.10.4	Kommentarer til grafen for kraft/vinkel.....	99
7.11	Generelt for test 4	101
7.11.1	Materialer	101
7.11.2	Testprogram	101
7.11.3	Figur for opstillingen af test 4.....	102
7.12	Test 4,1	103
7.12.1	Resultater	103
7.12.2	Kommentarer til grafen for kraft/flytningsmålerne	105
7.12.3	Kommentarer til grafen for kraft/flytningsmålerne	105
7.12.4	Kommentarer til grafen for kraft/vinkel.....	105
7.13	Test 4,2	107
7.13.1	Resultater	107
7.13.2	Kommentarer for testmaskinens kraft/stempelvandring	109
7.13.3	Kommentarer til grafen for kraft/flytningsmålerne	109
7.13.4	Kommentarer til grafen for kraft/vinkel.....	109
7.14	Bemærkninger til alle tests.....	111
7.15	Opsamling af testresultater	112
	Figur indholdsfortegnelse.....	113
	Tabel indholdsfortegnelse	117
	Referencer	118
	Bilag	119
	Bilag 1 – Sorte streger til verifikation af vinkel under forsøg.....	119
	Bilag 2	122
	Kilogramvægt: 0,5 kg.....	122
	Kilogramvægt: 1 kg.....	122
	Kilogramvægt: 5 kg.....	123
	Kilogramvægt: 10 kg.....	124
	Bilag 3	125
	Forventede flydekraft.....	125

Introduktion

Indledningsvis er det besluttet at der i denne rapport skal opsættes to forskellige forsøgsopstillinger, som begge tester hvorledes der forekommer et blokforskydningsbrud i form af et L-cutout for en excentrisk belastet boltsamling.

Stålet som vil blive anvendt under forsøgene vil være stål af typen S235, som har flydespændingen $f_y = 235$ Mpa og brudspændingen $f_u = 360$ Mpa. Derudover vil Bolttypen der er anvendes være er M12 bolte, med kvalitetsklassen 8.8 og styrkeklassen A. Ståltypen S235 anvendes grundet dens lave styrke, da boltsamlingen som testes ønskes brudt inden testmaskinen når sin maksimale trækstyrke.

Testrapporten er delt op i to hoveddele, hvor den første del kigges på trækprøveforsøgene, samt at der i den anden del kigges på blokforskydningsforsøgene.

I del I, udføres en række trækprøveforsøg på udskårede stålelementer fra de testplader som vil blive testes i del II. Der vil i denne del blive fundet stålpladernes flydespænding, brudspænding, samt stålpladernes elasticitetsmodul. Materialeparametrene vil blive benyttet til at vurdere den faktiske styrke af testpladerne der undersøges. Forsøgene er udført på en MTS 810 maskine der kan trække med 200 kN.

I del II, udføres 8 forsøg, hvor det er testplader som er boltet sammen der undersøges, og hvor der for hvert forsøg forudsiges en blokforskydning, i form af et L-cutout. Forsøgene er udført på en INSTRON 1343 trækprøvemaskine der kan trække med 500 kN.