
Brøns Ingeniørfirma ApS
Damvej
6780 Skærbæk

Projekt navn:
Komponent: Tværbelastet rektangulær væg #1

Sagsansvarlig:
Dato: 22-12-2009
Tid: 10:02

Sagsnummer:
Modul: Tværbelastet rektangulær væg

Specifikke forudsætninger

Væggen er udført af: Murværk

Væggens (regningsmæssige) dimensioner:

Længde = 6,000 m

Højde = 2,800 m

Tykkelse = 108 mm

Understøtningsforhold og evt. randmomenter for vægfeltets fire rande:

Venstre lodrette kant	: Simpelt understøttet; randmoment = 0 Nm/m
Højre lodrette kant	: Simpelt understøttet; randmoment = 0 Nm/m
Nederste vandrette kant	: Simpelt understøttet; randmoment = 0 Nm/m
Øverste vandrette kant	: Simpelt understøttet; randmoment = 0 Nm/m

Åbningers form, placering og størrelse:

Væggen har ingen åbninger.

Materialeparametre og last:

Karakterist. bøjn.trækstyrker i horisontale og vertikale snit:	$f_{xk1} = 0,21 \text{ MPa}$	$f_{xk2} = 0,67 \text{ MPa}$
Konsekvensklasse = Normal	Kontrolklasse = Normal	
Regningsmæssig tværlast (se også randmomenter ovenfor)	$w = 0,50 \text{ kN/m}^2$	
Regningsmæssig lodret last	$n = 30,00 \text{ kN/m}$	

Brøns Ingeniørfirma ApS
Damvej
6780 Skærbæk
Projekt navn:
Komponent: Tværbelastet rektangulær væg #1

Sagsansvarlig:
Dato: 22-12-2009
Tid: 10:02
Sagsnummer:
Modul: Tværbelastet rektangulær væg

Generelle forudsætninger

Væggens tværbæreevne beregnes efter brudlinieteorien, idet de regningsmæssige brudmomenter pr. længdeenhed om vandrette og lodrette akser, m_{lu} og m_{su} , beregnes som de tilhørende bøjningstrækstyrker gange modstandsmomentet pr. længdeenhed, altså $m_{lu} = f_{xd1} * t^2 / 6$ og $m_{su} = f_{xd2} * t^2 / 6$. Hvis der er lodret last på væggen, forøges m_{lu} med normalspændingen gange modstandsmomentet pr. længdeenhed, altså med $(n/t) * t^2 / 6$, idet n forudsættes centralt virkende. Jf. DS 414:2005, 6.6.3(7). Denne regel anvendes også for letbetonelementvægge.

For vægge med lodret last foruden tværlasten beregnes brudmomenterne således som $m_{lu} = (f_{xd1} + (n/t)) * t^2 / 6$, hhv. $m_{su} = f_{xd2} * t^2 / 6$.

I symbolerne m_{lu} og m_{su} står m for moment pr. længdeenhed, l og s for liggefuger og studsfigurer, altså hovedsnitretningerne med reference til en muret væg, og u står for ultimate, dvs. det regningsmæssige brudmoment.

For murede vægges vedkommende bestemmer programmet f_{xd1} og f_{xd2} ved division af f_{xk1} og f_{xk2} med partialkoefficienten.

For porebetonelementvægges vedkommende tages der i henhold til sædvanlig praksis højde for eventuelle svagheder i udførelsen af de lodrette fuger ved at sætte bøjningstrækstyrken om en lodret akse ("studsfigurer") ret lavt. Den sædvanligt anvendte "deklarerede" værdi er $f_{tsg} = 0,5$ MPa.

For murværks vedkommende skal det bemærkes, at brudliniemodellen normalt ikke må anvendes på murede vægfelter, når bæreevnen alene baseres på bøjningstrækspændinger i liggefuger, se DS 414:2005, 6.6.3(4)P. Med andre ord bør mindst én af vægfeltets lodrette sider være simpelt understøttet eller indspændt. For konstruktionsdele, hvor konsekvensen af et eventuelt brud er lille eller udnyttelsesgraden lav og h_s/t_d er højst 15, bortfalder denne begrænsning dog, se DS 414:2005, 6.6.3(5)-(7)(ny).

Selve brudlinieberegningsforegår ved, at programmet gætter på en række tilfældige brudfigurer og beregner bæreevnen efter princippet ydre arbejde = indre arbejde. Herefter udvælges den af de gennemregnede brudfigurer, der gav mindst bæreevne, som udgangspunkt for den følgende række brudfigurer, idet variationsområdet indsnævres. Efter yderligere et vist antal beregninger udvælges den af de senest gennemregnede brudfigurer, der gav mindst bæreevne, som udgangspunkt for den nu følgende række brudfigurer, idet variationsområdet yderligere indsnævres. Således fortsættes, indtil det specificerede totale antal beregninger (200) er udført.

Den brudfigur, der gav den mindste bæreevne, vises under fanebladet "Brudliniemønster", og resultaterne af de 200 brudlinieberegninger vises i kronologisk rækkefølge under fanebladet "Konvergensdiagram". Her skulle det gerne vise sig, at resultaterne konvergerer mod minimalværdien, men i sjældne tilfælde, især ved specielle geometrier af åbninger eller ved specielle understøtningsforhold, kan det ske, at konvergens ikke er overbevisende. I så tilfælde kan man forsøge med en eller flere nye beregninger indtil man får en tilfredsstillende konvergens.

Det anbefales at kaste et blik på fanebladet "Konvergensdiagram" efter hver beregning, dels for at få erfaring for, hvordan beregningerne normalt forløber, dels for at "fange" eventuelle "fejlskud".

Brøns Ingeniørfirma ApS
 Damvej
 6780 Skærbæk
 Projekt navn:
 Komponent: Tværbelastet rektangulær væg # 1

Sagsansvarlig:
 Dato: 22-12-2009
 Tid: 10:02
 Sagsnummer:
 Modul: Tværbelastet rektangulær væg

Delresultater

Væggens areal og totale tværlast:	$A = 16,8 \text{ m}^2$	$W = 8,4 \text{ kN}$
Partialkoefficient på styrker		$\gamma_m = 1,70$
Regningsmæssige bøjn.trækstyrker:	$f_{xd1} = 0,12 \text{ MPa}$	$f_{xd2} = 0,39 \text{ MPa}$
Regn.mæss. brudmoment om lodret akse	$m_{su} = f_{xd2} * t^2 / 6$	$= 766 \text{ Nm/m}$
Regn.mæss. brudmoment om vandret akse:		
bidrag fra bøjningstrækstyrke	$m_0 = f_{xd1} * t^2 / 6$	$= 240 \text{ Nm/m}$
bidrag fra lodret last	$m_1 = n * t / 6$	$= 540 \text{ Nm/m}$
Resulterende brudmoment om vandret akse		$m_{lu} = 780 \text{ Nm/m}$

Brøns Ingeniørfirma ApS
 Damvej
 6780 Skærbæk
 Projekt navn:
 Komponent: Tværbelastet rektangulær væg #1

Sagsansvarlig:
 Dato: 22-12-2009
 Tid: 10:02
 Sagsnummer:
 Modul: Tværbelastet rektangulær væg

Resultat

Brudlinieberegningen giver en regningsmæssig tværbæreevne på $q_u = 1,35$
 kN/m^2
 på basis af de regningsmæssige brudmomenter $m_{su} = 766$ Nm/m og $m_{lu} = 780$ Nm/m
 Tværlasten er $w = 0,50$ kN/m² Udnyttelsesgraden er $UG = w / q_u$ $UG = 37$ %

Konklusion: Udnyttelsesgraden er < 100 %: Tværbæreevnen er tilstrækkelig.

Supplerende krav

Da vægfeltet er påvirket af lodret last ud over dets egenlast, skal vægfeltets søjlebæreevne bestemmes i henhold til DS 414:2005, pkt. 6.4 og 6.5, med en ækvivalent tværlast og et ækvivalent topmoment. Se DS 414, Anneks C(5), hvor der dog henvises til pkt. 6.6.3, hvilket må være en fejl.

Beregning af et vægfeltets søjlebæreevne i henhold til DS 414:2005, pkt. 6.4 og 6.5 (og 6.8(2)), kan foretages med modulet "Lodret belastet muret væg". Denne beregning forudsætter et *4-sidet vægfelt* (endnu en trykfejl i Anneks C(5)) understøttet foroven og forneden (*2-sidigt understøttet*). Vægfeltet skal som nævnt belastes med en ækvivalent tværlast og et ækvivalent topmoment, som bestemmes ved at multiplicere den aktuelle tværlast og det aktuelle topmoment med en reduktionsfaktor k_a . For et vægfelt uden åbninger og uden lodret last kan reduktionsfaktoren bestemmes ved hjælp af tabel V C.1.

For en bærende væg med en stor lodret last (som fx en bærende væg i stueetagen af en 3-etagers boligblok) er anisotropiforholdet (jfr. 6.6.3(7)) ofte af størrelsesordenen 1,0 til 1,5, og k_a bliver i nogle tilfælde 2 til 3 gange så stor som i den tilsvarende væg uden lodret last.

For et vægfelt med åbninger foretages søjleberegningen på vægstykkerne mellem åbningerne, og den samlede last på hele vægfeltet fordeles på disse lodret gennemgående vægstykker. I dette tilfælde kan reduktionsfaktoren k_a blive større end 1, og tilsvarende kan den ækvivalente last (tværlast og topmoment) på de gennemgående vægstykker blive større end de aktuelle laster taget over hele vægfeltet.

For et vægfelt med lodret last og/eller åbninger kan k_a og den ækvivalente last ikke meningsfuldt bestemmes på basis af tabel V C.1. I stedet foreslås det at k_a og den ækvivalente last bestemmes med større hensyntagen til de aktuelle forhold som beskrevet nedenfor.

Ved aktuelle understøtningsforhold og aktuelle reduktioner af væggenes tværsnit som følge af åbninger giver tværlasten q_u m_{lu} = 780 Nm/m momentet

I en væg med simpelt lodret spænd og uden åbninger medfører tværlasten q_u det simple maksimalmoment $m_s = q_u * h^2/8$ = 1323 Nm/m

Reduktionsfaktor k_a = $m_{lu}/m_s = 780/1323$ = 0,59

Ækvivalent tværlast = $k_a * w$ = $0,59 * 0,50$ kN/m² = 0,29 kN/m²



