

controle van de dekking en scheurwijdte zonder en met berekeningen

300 x 400

werk				woning te Haarlem	
werknummer				12345	
onderdeel				rekenvoorbeeld uit CB4	
kwaliteit beton	betonklasse	=	C20/25		
kwaliteit staal	staalsoort	=	B 500		
betonbreedte	b	=	300	mm	
betonhoogte	h	=	400	mm	
betondekking getrokken zijde	$c_{trekzijde}$	=	30	mm	
beugels (of verdeelwapening in buitenste laag)	diameter d_{bg}	=	8	mm	
rekenwaarde moment	M_{Ed}	=	100	kNm	
verhouding momenten: M_{qp} / M_{Ed} (moment M_{qp} tg.v. quasie-permanente belasting)		=	0,75	-	
aanwezige wapening aan getrokken zijde	A_{aanw}	=	4	stuks	
	aantal n_1	=	4	stuks	
	diameter d_1	=	16	mm	
	aantal n_2	=	0	stuks	
	diameter d_2	=	0	mm	
benodigde wapening aan getrokken zijde	$A_{s,req}$	=	456	mm ²	
invoer voor scheurwijdte zonder berekening en betondekking					
a ontwerplevensduur		=	50	jaar	
b omgevingsfactoren	milieuklasse A	=	XC2	-	
b	milieuklasse B	=	XC2	-	
c soort constructie	soort constructie	=	balk	-	
d dekking verhogen bij oncontroleerbaarheid van de wapening (geen eis in eurocode)		=	nee	-	
e wordt de beton nabewerkt		=	nee	-	
f verhoging dekking bij toepassing grote grindkorrel (> 32mm) tabel 4.2		=	nee	-	
g ondergrond waarop gestort wordt		=	bekisting	-	
h bundeling wapeningstaven (trekwapening)	worden staven d_1 gebundeld?	=	nee	-	
h	worden staven d_2 gebundeld?	=	nee	-	
i kwaliteitsbeheersing	is specifieke kwaliteitsbeheersing gewaarborgd?	=	nee	-	
j luchtinsluiting	luchtinsluiting van meer dan 4% toegepast?	=	nee	-	
k verhoging dekking bij toepassing grote staafdiameter (> 25mm) geen eis in eurocode		=	nee	-	
gegevens invloedsfactoren met berekende scheurwijdte					
k1 aanhechtheigenschap	de aanhechting van de wapeningstaven is	=	goed		
k2 wijze van belasting	de betondoorsnede wordt belast door	=	buiging		
kt belastingduur (bij berekende scheurwijdte)	de belastingduur is	=	langdurend		
milieuklasse	de milieuklasse van de beton is	=	b) buitenmilieu - RH = 80%		
belasten constructie na aantal dagen	de constructie wordt belast na t_0 is	=	30	dagen	
cementklasse	de gekozen cementklasse is	=	N		
omtrek dat bloot staat aan uitdroging	het aantal zijden dat aan uitdroging bloot staat is	=	4 zijden $2b + 2h$		
resultaten scheurwijdte					
toelaatbare scheurwijdte	w	=	0,30	mm	
scheurwijdtecontrole zonder berekening	maximum staafdiameter	=	7,4	mm	
scheurwijdtecontrole zonder berekening	maximum hart op hart afstand	=	84,5	mm	
optredende scheurwijdte met berekening	w_k	=	0,27	mm	
resultaten betondekking					
minimum betondekking	c_{nom} op de buitenste wapening	=	30	mm	
constructieklasse (betondekking)	S	=	4	-	
unity-checks					
scheurwijdte zonder berekening	diameter	16,0 / 7,4	=	2,17	-
scheurwijdte zonder berekening	h.o.h	69,3 / 84,5	=	0,82	-
scheurwijdte met berekening	w_k / w	0,27 / 0,30	=	0,89	-
minimale betondekking	$c_{nom} / c_{trekzijde}$	30 / 30	=	1,00	-
controle scheurwijdte zonder directe berekening art.7.3.3				rekenvoorbeeld uit CB4	
optredende staalspanning	$\sigma_s = M_{qp} / M_{Ed} * A_{s1,totaal} / A_{aanw,trek} * f_{yd}$	=	298	N/mm ²	
equivalente diameter staven d_1	$d_{1eq} = d_1 \sqrt{n_{b,1}}$	=	16,0	mm	
aantal staven in een bundel	$n_{b,1}$	=	1	st	
equivalente diameter staven d_2	$d_{2eq} = d_2 \sqrt{n_{b,2}}$	=	0,0	mm	
aantal staven in een bundel	$n_{b,2}$	=	1	st	
equivalente staafdiameter	$d_{eq} = (n_{b,1} * d_{1eq}^2 + n_{b,2} * d_{2eq}^2) / (n_{b,1} * d_{1eq} + n_{b,2} * d_{2eq})$	=	16,0	mm	



werkelijke hart op hart afstand	$s = (b - 2c_{zij} - 2d_{bg} - d_{trek}) / (n-1)$	= 69	mm
gemiddelde h.o.h.- afstand staven	$s_{gem} = b / \sum n_{trek}$	= 75	mm
toelaatbare scheurwijdte	w milieuklasse A	= 0,30	mm
toelaatbare scheurwijdte	w milieuklasse B	= 0,30	mm
toelaatbare scheurwijdte	w maatgevende waarde	= 0,30	mm
toelaatbare staafdiameter	d_{max} zonder de invloed van k_x	= 11,1	mm
toelaatbare hart op hart-afstand	s zonder de invloed van k_x	= 127,5	mm
toegepaste dekking beschouwde staaf	$C_{applied} = C_{trekzijde}$	= 30	mm
minimale betondekking	$C_{nom} = C_{min} + \sum \Delta C_{dev}$ (incl. correcties)	= 30	mm
vergrotingsfactor	$k_x = C_{applied} / C_{nom} <= 2,0$	= 1,00	-
toelaatbare staafdiameter	d_{max} met de invloed van factor en k_x	= 7,4	mm
toelaatbare hart op hart-afstand	s met de invloed van factor en k_x	= 85	mm
(7.6N) correctiefactor buiging (diameter en hoh)	factor = $f_{ct,eff} * k_c h_{cr} / \{ 2,9 * 2 * (h-d) \}$	= 0,66	-
(7.7N) correctiefactor trek (diameter en hoh)	factor = $f_{ct,eff} * h_{cr} / \{ 2,9 * 8 * (h-d) \}$	= 0,41	-
gemiddelde axiale treksterkte	$f_{ct,eff} = f_{ctm}$ tabel 3.1	= 2,21	N/mm ²
coëfficiënt afhankelijk van spanningsverdeling	= buiging = 0,4, trek = 1,0	= 0,40	-
hoogte trekzone direct voor scheuren	$h_{cr} = 0,5 h$ bij rechthoekige doorsnede	= 200	mm
afstand hart wapening tot buitenkant beton	(h-d)	= 46	mm
maatgevende correctiefactor	voor toelaatbare diameter en hoh-afstand	= 0,66	-
controle scheurwijdte met berekening art. 7.3.4			
7.8 berekende scheurwijdte	$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$	= 0,27	mm
7.9	$s_{r,max}$	= 212,6	mm
minimale waarde	$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \{ \sigma_s k_t * f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} * (1 + \alpha_e * \rho_{p,eff}) \} / E_s$	= 0,00126	-
maatgevende waarde	$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) >= 0,6 \sigma_s / E_s$	= 0,0009	-
	$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$	= 0,00126	-
gemiddelde waarde treksterkte op tijd t	$\sigma_s = M_{qp} / M_{Ed} * A_{s1,totaal} / A_{aanw,trek} * f_{yd}$	= 298	N/mm ²
gemiddelde waarde treksterkte	$f_{ctm(t)}$ tijd t nog eens programmeren	= 2,21	N/mm ²
7.10	$f_{ct,eff}$ op tijdstip van eerste scheuren	= 2,21	N/mm ²
doorsnede trekwapening	$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A'_p) / A_{c,eff}$	= 0,033	-
7.3.2(3) doorsnede voorspandelementen	$A_s = A_{aanw,trek}$	= 804	mm ²
	A'_p	= 0	mm ²
meewerkend oppervlak	$A_{c,eff}$ minimum waarde onderstaande formules	= 24650	mm ²
	$A_{c,eff} = b * 2,5 (h-d)$	= 34500	mm ²
	$A_{c,eff} = b * (h-x) / 3$	= 24650	mm ²
	$A_{c,eff} = b * h / 2$	= 60000	mm ²
7.5	ξ_1	= 0	-
factor	k_t	= 0,4	-
	E_s	= 200000	N/mm ²
7.11	$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 d_{eq} / \rho_{p,eff}$	= 212,6	mm
dekking op de beschouwde staaf	c	= 38	mm
7.12	$d_{eq} = (n_{b1} * d_{1,eq}^2 + n_{b2} * d_{2,eq}^2) / (n_{b1} * d_{1,eq} + n_{b2} * d_{2,eq})$	= 16,0	mm
	k1 =	= 0,8	-
	k2 =	= 0,5	-
7.13 tussenliggende waarden	k2 = $(e1 + e2) / 2e1$	= n.t.b.	-
	k3 =	= 3,4	-
	k4 =	= 0,425	-
7.14 bovengrens	$s_{r,max} = 1,3 (h-x)$	= 320	mm
hoogte betondrukzone	x =	= 154	mm
7.15 bovengrens	$s_{r,max} = 1 / (\cos O / s_{r,max,y} + \sin O / s_{r,max,z})$	= n.t.b.	mm
berekening van de betondrukzone x en kruipfactor φ in de bruikbaarheidsgrenstoestand			
oppervlakte van de betonddoorsnede	$A_c = b * h$	= 120000	mm ²
omtrek dat bloot staat aan uitdroging	u= 4 zijden 2b+2h	= 1400	mm
fictieve dikte	$h_0 = 2 A_c / u$	= 171,4	mm
3.1.4 kruipfactor a.d.h.v. grafiek 3.1 (2)	φ bepaald volgens art. 3.1.4	= 2,29	-
7.20 gereduceerde elasticiteitsmodulus	$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \varphi)$	= 9124	N/mm ²
effectieve verhouding elasticiteitsmodulus	$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$	= 21,9	-
hoogte betondrukzone x in BGT	$x = [- \alpha_e \rho + \sqrt{ \{ (\alpha_e \rho)^2 + 2 \alpha_e \rho \} }] d$	= 153,5	mm
7.3.2(2) minimum wapening vereist	$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s$ 7.1	= 122	mm ²
coëfficiënt	k=factor voor lijven en flenzen	= 1,0	-
oppervlakte beton binnen trekzone	$A_{ct} = 0,5 bh$ (vlak voor het scheuren)	= 60000	mm ²
maximaal toelaatbare spanning in staal	$\sigma_s = f_{yd}$ tbv berekening minimum wapening	= 435	N/mm ²

opmerking: