

Theorie: Beton - Scheurvorming

Scheurvorming

Op buiging belaste betonelementen zullen onder invloed van de belastingen gescheurd zijn.

Risico scheurvorming

- aantasting wapening
- vermindering functie wapening

Eisen scheurwijdte

- toetsing scheurvorming in de bruikbaarheidstoestand (waarschuwingseffect)

Scheurwijdte en scheurpatroon

- Een goede scheurverdeling vermindert de kans op aantasting.
- Scheurverdelend vermogen is sterk afhankelijk van de hechting van het beton aan het wapeningstaal.
- Verbetering hechtend oppervlak door een hoog wapeningspercentage en staven met een kleine middellijn te kiezen.

Door goede detaillering van de wapening kunnen we de scheurvorming beheersen.

Toetsing scheurwijdte

De gekozen kenmiddellijn \emptyset_{km} van de hoofdtrekwapening moet kleiner of gelijk zijn aan de voorgeschreven waarde.

Maximale toelaatbare kenmiddellijn \emptyset_{km} voor geribd betonstaal.

milieu-klasse	staalspanning σ_s (N/mm ²)							
	100	125	150	200	250	300	350	400
1	50	40	33	25	20	17	14	12
2	37	30	25	19	15	13	11	9
3 t.m.5	25	20	17	13	10	8	7	6

De gekozen hart-op-hart afstand s van de staven moet kleiner of gelijk zijn aan een voorgeschreven waarde.

Maximaal toelaatbare staafafstand s voor geribd betonstaal.

milieu- klasse	staalspanning σ_s (N/mm ²)							
	100	125	150	200	250	300	350	400
1	870	670	540	370	270	200	155	120
2	620	470	370	245	170	120	85	55
3 t.m.5	370	270	200	120	70	40	-	-

Wordt aan één van beide voorwaarden voldaan dan wordt geacht dat de scheurvorming binnen de toelaatbare grens blijft.

Formule maximaal toelaatbare kenmiddellijn

$$\varnothing_{km} \leq (k_1 * \xi) / \sigma_s \quad \text{in mm}$$

Formule voor maximale staafafstand

$$s \leq 100 * (((k_2 * \xi) / \sigma_s) - 1.3) \quad \text{in mm}$$

ξ = aanhechtingsfactor (voor geribd betonstaal is $\xi = 1$
 k_1 en k_2 zijn de waarden die bepaald worden door de milieuklassen

sterkteklasse	k_1	k_2
1	5000	1000
2	3750	750
3 t.m. 5	2500	500

$$\varnothing_{km} \leq (5000 * 1) / \sigma_s \quad (\text{milieuklasse 1})$$

$$\varnothing_{km} \leq (5000 * 1) / 250 = 20 \text{ mm (zie tabel max. } \varnothing_{km})$$

$$s = 100 * (((1000 / 250) - 1.3) = 270 \text{ mm (zie tabel max. staafafstand)}$$

De scheurwijdte is rechtevenredig met de optredende staalspanning, bij toenemende staalspanning zal de wapening verlengen waardoor de scheuren wijder worden.

Scheurwijdte kun je beperken door:

- Lagere staalspanning
- Kleinere kenmiddellijn van de wapeningsstaven
- Kleinere tussenafstand tussen de wapeningsstaven
- Grotere betondekking dan c_{\min}

(Een groter aanhechtend oppervlak geeft dus een betere spreiding van de trekkracht over de doorsnede)

Voor de controle van de scheurvorming gaan we uit van de bruikbaarheidsgrenstoestand. Incidentele combinatie 1.0G + 1.0 Q (extreme waarde rekenen).

Toetsing staalspanning

$$\sigma_s = (M_{rep} / M_d) * f_s \quad \text{of} \quad \sigma_s = (q_{rep} / q_d) * f_s$$

σ_s	spanning in betonstaal
f_s	de rekenwaarde van de treksterkte in betonstaal
M_{rep} (q_{rep})	de rekenwaarde van het buigend moment in de BGT (bij incidentele belasting)
M_d	de rekenwaarde van het buigend moment in de UGT
q_d	de rekenwaarde van de gelijkmatig verdeelde totale belasting.

Vaak is er sprake van overdimensionering van de wapening.

As aanwezig > As berekend

Het effect is dan dat de staalspanning evenredig lager wordt

$$\sigma_s = (M_{rep} / M_d) * (A_s \text{ berek} / A_s \text{ aanw}) * f_s$$

of

$$\sigma_s = (q_{rep} / q_d) * (A_s \text{ berek} / A_s \text{ aanw}) * f_s$$

Naarmate we meer overdimensioneren daalt de staalspanning en worden de scheuren minder wijd.

Bundelen staven

- Bij te weinig ruimte onderin de balk
- Ten hoogste 3 staven
- Staven moeten over de volle lengte van de kortste staaf tegen elkaar aan liggen.

Bepaling staafafstand

$s = b/n$

b = breedte balk

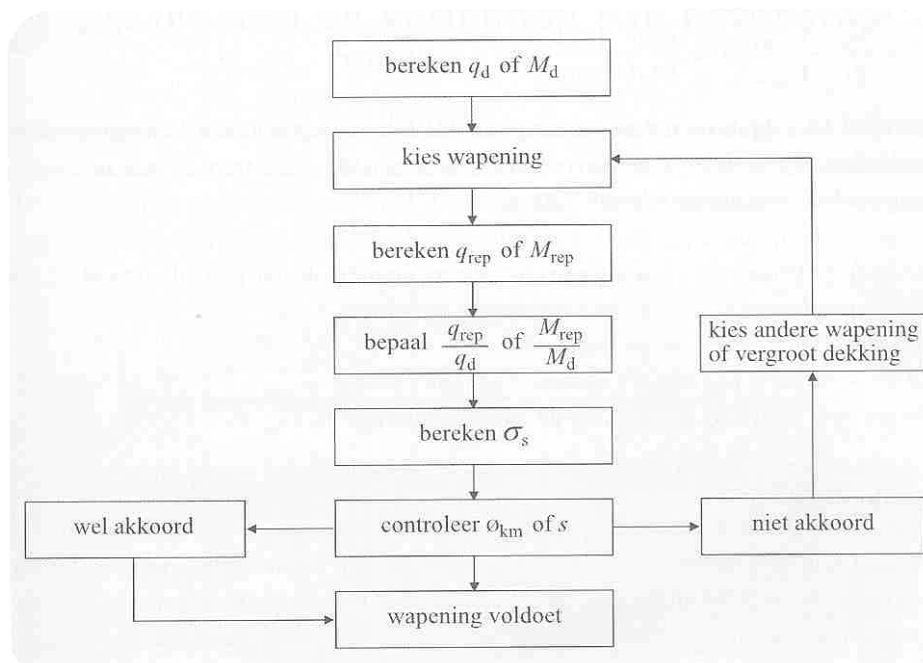
b = aantal staven in de breedte

Wapening in verschillende lagen

De waarden voor s (staafafstand) mogen vermenigvuldigd worden met \sqrt{m} .

\sqrt{m} is het aantal gewogen lagen, $A_{s \text{ totaal}} / A_{s \text{ buitenste laag}}$

Stroomschema scheurwijdtecontrole



Voorbeeld

Betonbalk 400 * 600 mm

B25

FeB 500

De balk wordt gelijkmatig verdeeld belast.

$Q_{rep} = 60 \text{ kN/m}$

$Q_d = 84 \text{ kN/m}$

Milieuklasse 2

$A_s = 1773 \text{ mm}^2$

Keuze $4\text{Ø}25 = 1963 \text{ mm}^2$

Berekening staalspanning in gebruikstadium ($q_{rep} = G + Q_e + Q_m = 60 \text{ kN/m}$)

$$\sigma_s = (q_{rep} / q_d) * (A_{s \text{ berek}} / A_{s \text{ aanw}}) * f_s$$

$$\sigma_s = (60 / 84) * (1773 / 1963) * 435 = 281 \text{ N/mm}^2$$

Controle maximale kenmiddellijn

Uit de tabel volgt:

$\text{Ø}_{km} = 14 \text{ mm}$ (interpolatie)

Aanwezig $\text{Ø}_{km} = 25$ De gekozen wapening voldoet niet (weinig aanhechtvlak)

Controle maximale steekafstand

Uit tabel:

$s = 139 \text{ mm}$ (interpolatie)

De aanwezige staafafstand bedraagt:

$$s = b / n$$

$s = 400 / 4 = 100 \leq 139 \text{ mm}$ De gekozen wapening voldoet aan de scheurwijdteeis.