

Staalspanning in spouwankers

Berekening

Rekenvoorbeeld: Toelichting Infoblad 22

Uitgangspunten:

- gevelhoogte van **11 m¹**;
- een spouwbreedte van **180 mm¹**
- **Luchttemperatuur 15°C**
- ankerdiameter van **4 mm¹**;
- rekenwaarde van de vloeigrens van het spouwanker van **400 N/mm²**
- een rekenwaarde voor de elasticiteitsmodulus spouwanker van **2,0 × 10⁵ N/mm²**
- thermische uitzettingscoëfficiënt voor baksteen metselwerk **α = 6,9 × 10⁻⁶ K⁻¹**
- totale verkorting binnenblad **ΔL_{binnenblad} in mm¹** gebaseerd op een dragend binnenblad van **kalkzandsteen**
- totale verlenging buitenblad **ΔL_{buitenblad} in mm¹** gebaseerd op een niet-dragend buitenblad met **donker gekleurde baksteen** met een maximale temperatuuroename van **45°C** en een zand/cement metselmortel.

Verplaatsingsverschil binnenblad en buitenblad: $v = \Delta L_{\text{buitenblad}} + \Delta L_{\text{binnenblad}}$

Totale verkorting binnenblad:

$$\Delta L_{\text{binnenblad}} = \rho_{el} \Delta L_{el} + \rho_{cr} \Delta L_{cr} = 0,2 \times 0,125 + 0,9 \times 0,188 = 2,1 \text{ mm}^1.$$

Hierin wordt de gemiddelde elastische verkorting opgeteld bij de gemiddelde kruipverkorting.

Het maximaal optredende verplaatsingsverschil tussen binnenblad en buitenblad door temperatuurwisselingen:

$$\Delta L_{\text{buitenblad}} = 5,2 \text{ mm}$$

Totale verlenging buitenblad:

$$\Delta L_{\text{buitenblad}} = 5,2 + 0,4 - 0,2 = 5,4 \text{ mm}^1.$$

Hierin wordt de totale verlenging door temperatuur, vochtexpansie en elastische krimp bepaald.

Het totale verplaatsingsverschil tussen binnen- en buitenblad (v)

$$v = \Delta L_{\text{buitenblad}} + \Delta L_{\text{binnenblad}} = 4,1 + 2,1 = 6,2 \text{ mm}^1.$$

Dit verplaatsingsverschil tussen binnenblad en buitenblad ten gevolge van de dagelijkse uitzetting en verkorting van het buitenblad is van invloed op de buigspanning in het hoogst geplaatste spouwanker. De maximale opneembare buigspanning in het spouwanker is een belangrijke factor voor een veilig opgebouwde gevel. Voor berekening van de buigspanning zijn de volgende factoren van belang:

- Ontwerpmaat spouwbreedte
- Positie hoogst geplaatste spouwanker
- Treksterkte spouwanker. Deze is afhankelijk van type (rvs)staal wat wordt toegepast. Waarden liggen tussen 235 N/mm² en 400 N/mm². (Opgave constructeur/leverancier)
- Elasticiteitsmodulus spouwanker. Waarden kunnen variëren. Standaard wordt 200 GPa gehanteerd. Echter kan deze waarden lager liggen, afhankelijk van het gebruikte staaltype. (Opgave constructeur/leverancier)
- Het verplaatsingsverschil tussen binnenblad en baksteen buitenblad t.g.v. temperatuurwisselingen.

De buigspanning σ in het spouwanker ten gevolge van een opgelegde vervorming wordt bepaald met de onderstaande formule:

$$\sigma = \frac{3 \times E \times d \times v}{L_a^2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

In deze formule is:

- σ : Buigspanning in N/mm²
- E** : de elasticiteitsmodulus van het rvs spouwankermateriaal
- d** : diameter van het spouwanker in mm
- v** : het verplaatsingsverschil ΔL_{th} tussen het buitenblad en de binnenconstructie in mm
- L_a**: de beschouwde lengte van het spouwanker in mm

De lengte **L_a** wordt aangenomen als de spouwbreedte vermeerderd met tweemaal de inklemmingslengte van het spouwanker (zie figuur). De inklemmingslengte is de inbeddinglengte van het anker in het metselwerk tot daar waar de hoekverdraaiing van het anker nul is. De aangenomen inklemmingslengte bedraagt op driemaal de ankerdiameter. Dus: **L_a = b + 2(3d)**

- $v = \Delta L_{th} = 4,4 \text{ mm}^1$
- $L_a = 180 + 2 \times 3 \times 4 = 204 \text{ mm}^1$

De optredende buigspanning:

$$\sigma = \frac{3 \times E \times d \times v}{L_a^2} = (3 \times 200.000 \times 4 \times 4,4) / 204^2 = 255,5 \text{ MPa}$$

Voor dit voorbeeld wordt de buigspanning in de spouwankers ten gevolge van een verplaatsingsverschil door temperatuurvariatie bij een standaardsituatie bepaald. De buigspanning in de ankers wordt recht evenredig lager naarmate het spouwanker dunner wordt en kwadratisch lager bij toenemende spouwbreedte.

Uit de berekening volgt dat de spanning in een spouwanker ten gevolge van het verplaatsingsverschil tussen het buitenblad en binnenblad snel oploopt. Als ook rekening wordt gehouden met de eenmalig optredende verplaatsingsverschillen is het zeker mogelijk dat de vloeispanning of de 0,2%-rekgrens van het ankermateriaal overschreden wordt. Dit is mede de reden waarom in de NPR 9096-1-1 geadviseerd wordt bij spouwbreedten t/m 180 mm geen spouwankers met een diameter groter dan 4 mm toe te passen.

Velp, november 2020