

SECUNDAIRE SPANNINGEN BIJ GEKNIKTE FLENZEN

De secundaire buiginvloeden, die bij knikken in flenzen optreden, kunnen aan de binnenzijde van de knik tot zeer hoge spanningen leiden. Na het geven van enige formules, wordt aan de hand van meetresultaten een rekenvoorbeeld uitgewerkt, waarbij op het gevaar van kleine afrondingsstralen wordt gewezen.

Hoewel het optreden van secundaire spanningen bij geknikte flenzen voldoende bekend mag worden ondersteld, kan het wellicht van belang zijn om nog eens de aandacht te vestigen op deze spanningen en speciaal op de grootte, die deze secundaire spanningen kunnen bereiken. Tijdens enige metingen die door de Werkgroep werden uitgevoerd aan een ligger met geknikte onderflens zijn speciaal met het oog hierop, ter plaatse van deze knik rekstrookjes geplakt. (zie fig. 1a en b).

De meetresultaten gaven aanleiding te waarschuwen voor deze constructies, daar de secundaire spanningen, die hierdoor ontstaan, speciaal bij dynamisch belaste constructies, aanleiding kunnen geven tot vermoeiingsbreuken. Deze secundaire buiginvloeden kunnen aan de hand van fig. 1c als volgt worden verklaard. Door het primaire buigend moment M_1 , dat in de ligger optreedt, zal in de onderflens een trekspanning ontstaan. Deze trekspanning zal de onderflens willen rechtekken, zodat dus ter plaatse van de knik in de onderflens een secundair buigend moment M_2 optreedt. Hierdoor ontstaat aan de buitenzijde van de knik een secundaire drukspanning, die de primaire trekspanning vermindert; aan de binnenzijde wordt de primaire trekspanning

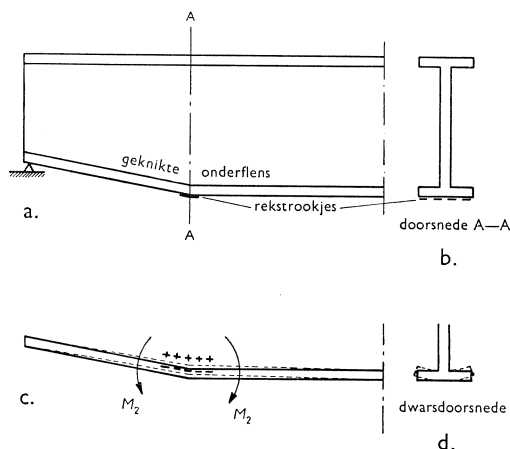


Fig. 1. Meting met behulp van rekstrookjes aan een geknikte onderflens naar de invloeden van het secundair buigend moment die hierbij optreden.

verhoogd met een secundaire trekspanning (zie fig. 3). Doordat het lijf van het profiel tegenwerkt, zullen de secundaire spanningen zich dicht bij het lijf niet zo sterk kunnen ontwikkelen, als verder hier vandaan (zie fig. 1d). Dit is inderdaad bij metingen geconstateerd.

De secundaire spanning aan de binnenzijde σ_{bi} , i.c. de trekspanning, kan, zoals uit de formules zal blijken, vele malen groter zijn dan de secundaire spanning aan de buitenzijde σ_{bu} . Deze verhouding hangt af van de grootte van de afrondingsstraal (zie fig. 2). Hoe kleiner de afrondingsstraal, hoe groter de verhouding σ_{bi}/σ_{bu} , dus hoe groter de spanningspiek aan de binnenzijde van de knik. Deze spanningspiek kan in het kerfspanningsgebied, dat hier ten gevolge van de lasnaden veelal is, bij dynamische belasting licht aanleiding geven tot vermoeiingsbreuk.

We kunnen nu globaal de grootte van de secundaire buiginvloeden in de knik als volgt bepalen. Het geknikte gedeelte wordt als sterk gekromde staaf

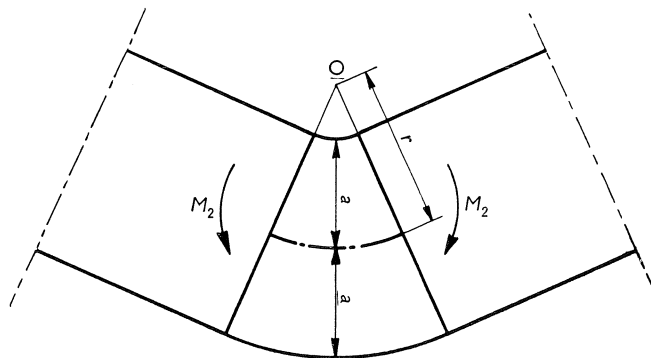


Fig. 2. Detail van een knik in een flens.

beschouwd (zie fig. 2), waarbij O het middelpunt van de kromming en M_2 het secundaire buigend moment is. Het momentenvlak over dit gekromde deel onderstellen wij constant. Volgens de theorie van de sterk gekromde staven¹⁾, geldt dan

$$\sigma_2 = M_2 \left[-\frac{1}{2 r \cdot a \cdot b} - \frac{v}{\zeta} \cdot \frac{r}{r + v} \right] \dots \dots \dots (1)$$

In deze formule is nu:

b = de breedte, die wij hier 1 cm stellen,

v = de afstand van de beschouwde vezel tot de neutrale lijn,

ζ = soort traagheidsgrootte volgens Grashof¹⁾, die bepaald is door de volgende formule:

$$\zeta = r^2 \left[b \cdot r \cdot \ln \frac{r + a}{r - a} - 2 b \cdot a \right] \dots \dots \dots (2)$$

Door formule (1) voor de buitenste en voor de binnenste vezels uit te

¹⁾ Dr. Ing. F. Bleich, Theorie und Berechnung der eisernen Brücken. Springer, Berlin, pag. 258 e.v.

De secundaire spanning aan de buitenzijde bedroeg dus (zie fig. 3):

$$\sigma_{bu} = \sigma_{but} - \sigma_1 = 256 - 489 = -233 \text{ kg/cm}^2.$$

De hierbij behorende secundaire spanning aan de binnenzijde is dan:

$$\sigma_{bi} = -5,11 \cdot -233 = +1191 \text{ kg/cm}^2.$$

De totale spanning aan de binnenzijde is dus:

$$\sigma_{bit} = \sigma_1 + \sigma_{bi} = 489 + 1191 = 1680 \text{ kg/cm}^2.$$

Resumerend kan dus gezegd worden, dat knikken in flenzen in het algemeen beter vermeden kunnen worden. Worden ze toch toegepast, dan zorgen men voor een voldoende grote afrondingsstraal; hierdoor wordt de verhouding σ_{bi}/σ_{bu} kleiner, waardoor de spanning aan de binnenzijde minder hoog zal oplopen.

SUMMARY

Secondary influences of bending, occurring at kinks in flanges, may lead to very high stresses at the inner side of the kink.

After giving some formulae, a specimen calculation referring to measuring results is worked out, after which the danger of small radii of curvature is pointed out.