



Laskennis opgefrist 58

In de vorige aflevering hebben we gezien welke informatie een trekproef kan opleveren. De trekproef is een mechanische beproeving waarmee gegevens worden verkregen voor het berekenen van een constructie of voor het kwalificeren van een lasprocedure of lasser. In deze aflevering zien we hoe de trekproef wordt gebruikt bij de lasmethodebeproeving (LMB).

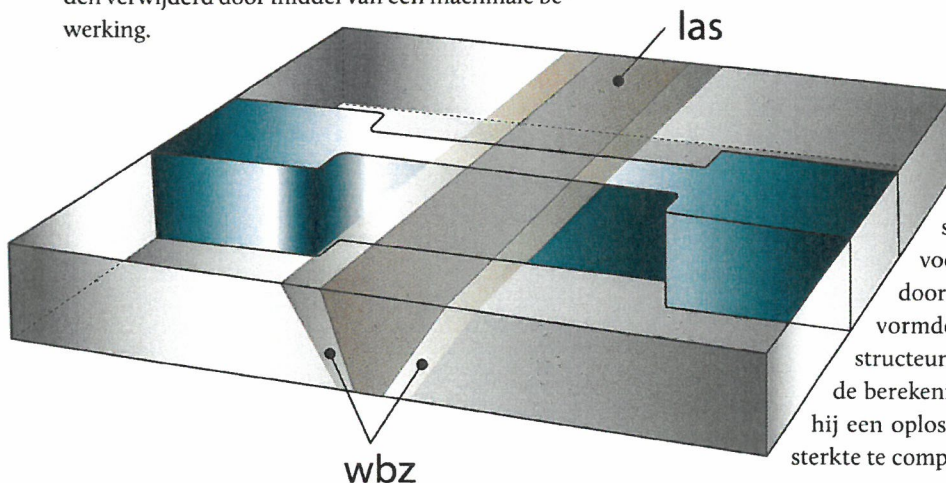
Mechanische beproeving - 2 - Lasmethodebeproeving

Dwarstrekproef

Voor het goedkeuren van een lasmethode voor een stompe lasverbinding worden in de meeste specificaties trekproeven vereist. Denk aan specificaties als de EN-ISO 15614-1 voor staal en EN-ISO 15614-2 voor aluminium. De trekproeven worden gewoonlijk in dwarsrichting op de las uitgevoerd. De trekstaven worden gehaald uit een vierkant of rechthoekig deel van het proefstuk (figuur 1). Tijdens de trekproef in dwarsrichting worden beide basismaterialen, beide warmte-beïnvloede zones en het lasmetaal zelf beproefd. De overdikte van de sluitlaag van de las kan op zijn plaats blijven of worden verwijderd door middel van een machinale bewerking.

betrouwbaar. Dit komt omdat er in de dwarstrekstaaf sprake is van drie gebieden met verschillende mechanische eigenschappen. Voor de lasmethodebeproeving volgens bovengenoemde EN-ISO-specificaties hoeven alleen maar de maximale treksterkte en de plaats van de breuk te worden vastgelegd.

De sterkte in dwarsrichting is gewoonlijk vereist, omdat die hoger moet zijn dan de minimaal gespecificeerde treksterkte van het basismateriaal. In de meeste gevallen is het lasmetaal sterker dan het basismateriaal. We spreken dan van 'overmatched'. De breuk ontstaat dan in het basismateriaal of in de warmte-beïnvloede zone, bij een belasting die hoger is dan de gespecificeerde minimale treksterkte.



Wanneer de las en/of de warmte-beïnvloede zones naar verwachting zwakker zijn dan het basismateriaal, wordt dat in de meeste specificaties aangegeven. Een goed voorbeeld daarvan zijn gelaste en door veroudering geharde of koudvervormde aluminiumlegeringen. De constructeur moet hiermee rekening houden bij de berekeningen van het ontwerp. Ook moet hij een oplossing aangeven om het verlies aan sterkte te compenseren.

Figuur 1 Wijze waarop een dwarstrekstaaf uit een proefstuk wordt gehaald

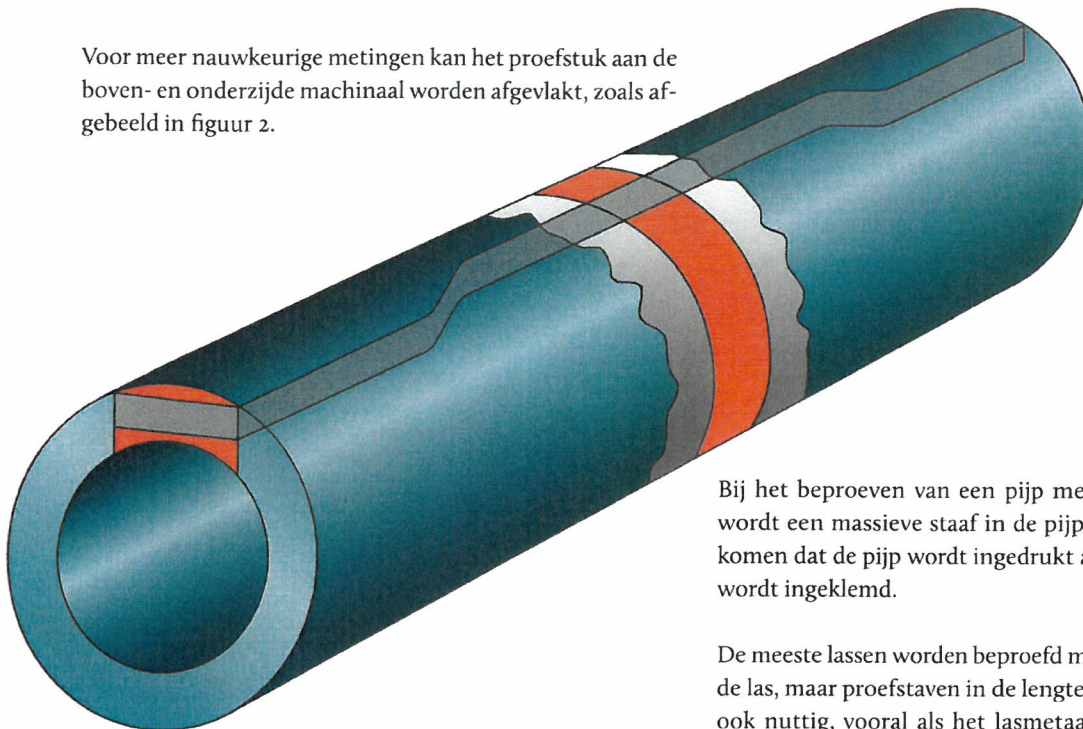
Trekstaaf uit vlakke plaat

Hoewel het bij dwarstrekproeven mogelijk is om de vloeigrens of rekgrens en de verlenging en insnoering te bepalen, zijn dergelijke metingen on-

Trekstaaf uit pijp

Het vervaardigen van trekstaven bij stompe lasverbindingen in vlakke plaat levert weinig problemen op, maar bij een proefstaaf uit een stompe naad in een pijp kan de ronding van de pijp invloed hebben op de resultaten. Bij de lasmethodebeproeving is dat niet zo van belang, aangezien de proef alleen wordt uitgevoerd voor het bepalen van de maximale treksterkte en de plaats van de breuk.

Voor meer nauwkeurige metingen kan het proefstuk aan de boven- en onderzijde machinaal worden afgevlakt, zoals afgebeeld in figuur 2.



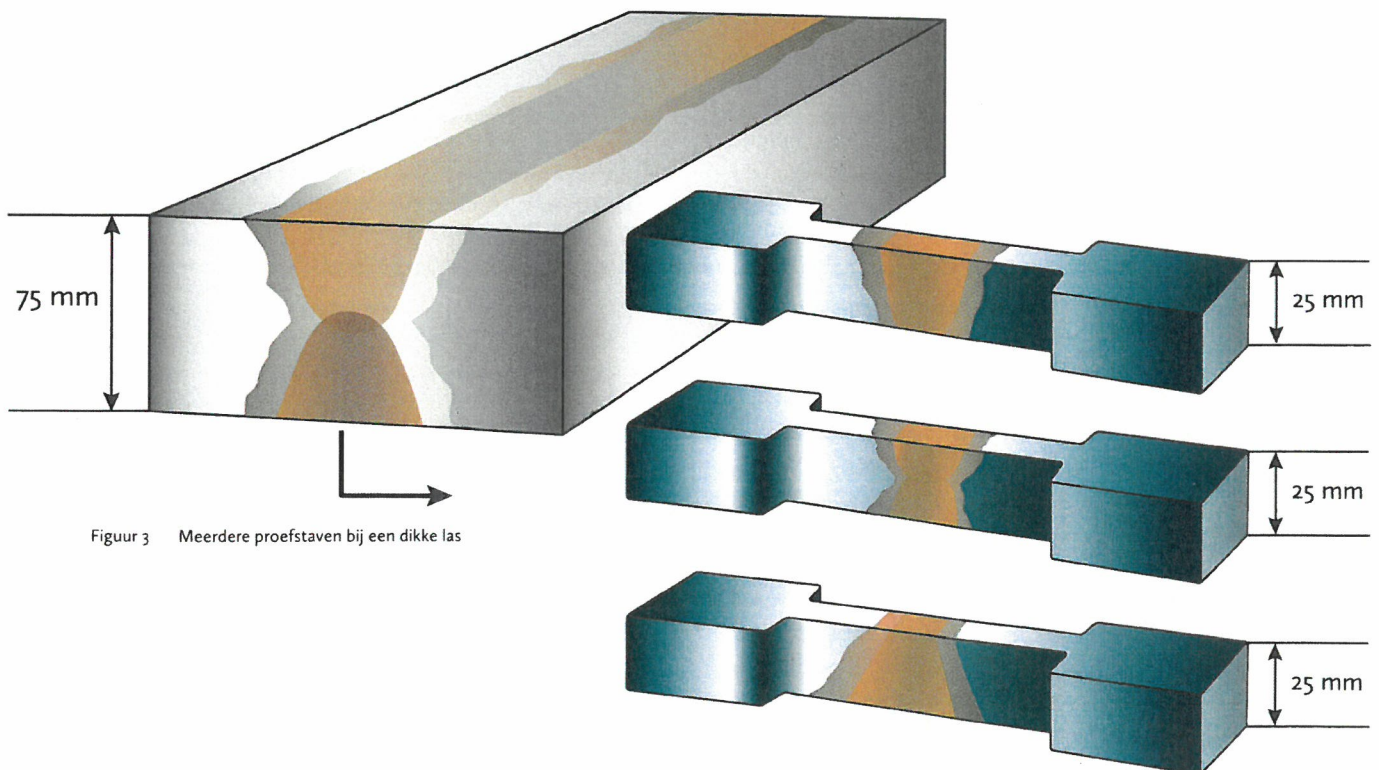
Figuur 2 Een proefstaaf wordt machinaal bewerkt om een gladde proefstaaf te verkrijgen

Bij het beproeven van een pijp met een kleine diameter wordt een massieve staaf in de pijp gestoken om te voorkomen dat de pijp wordt ingedrukt als deze in de trekbank wordt ingeklemd.

De meeste lassen worden beproefd met trekstaven dwars op de las, maar proefstaven in de lengterichting van de las zijn ook nuttig, vooral als het lasmetaal en de warmte-beïnvloede zone sterk zijn en de rek gering is. Bij een dwarsrekproef kan het basismetaal rekken en kan breuk optreden zonder dat er in het lasmetaal of de warmte-beïnvloede zone enige vervorming optreedt. Echter, bij een trekproef over de lengte van de las wordt de belasting gelijkmatiger verdeeld. Een brosse las of warmte-beïnvloede zone zal niet samen met het basismateriaal uitrekken, maar bezwijken met een beginnende scheur die zich niet hoeft voort te zetten in het basismateriaal.

Dwars- en lengterichting

Het kan noodzakelijk zijn om meerdere proefstaven te maken vanwege de dikte van de las (figuur 3). Dat is bij lassen in extra dikke plaat nodig, omdat de capaciteit van de trekbank onvoldoende zou kunnen zijn om een proefstaaf met de volle dikte te kunnen beproeven.



Figuur 3 Meerdere proefstaven bij een dikke las

Aanvullende proeven

Een trekproef is meestal vereist voor het goedkeuren van een lasmethode. Deze beproeving geeft nog geen garantie dat de lassen in een constructie voor hun doel geschikt zijn. Zoals het weerstaan van hoge druk of cryogene toepassingen. Verschillende toepassingsnormen, zoals ASME VIII en de EN 13445-serie kunnen aanvullende proeven eisen, afhankelijk van de toepassing. Aangezien de sterkte van een metaal daalt bij een toename van de temperatuur, stellen dergelijke specificaties dat trekproeven worden genomen bij de maximale ontwerptemperatuur.

Behalve de verschillen in eigenschappen als gevolg van de vorm van de monsters en de beproevingsstemperatuur, zal ook de snelheid waarmee de belasting wordt verhoogd de resultaten beïnvloeden. In EN-ISO 6892-1 worden twee mogelijke methoden beschreven voor het bepalen van de beproevingssnelheid: spanningsgestuurd of rekgestuurd.

Onderstaande tabel geeft voor de spanningsgestuurde methode aan tussen welke waarden de beproevingssnelheid mag variëren:

Elasticiteitsmodus van het materiaal E in MPa	Belastingsnelheid R in MPa/s	
	minimaal	maximaal
< 150 000	2	20
≥ 150 000	6	60

Deze proeven hoeven alleen op het lasmetaal te worden uitgevoerd. Er worden ronde trekstaven uit de lengte van de las gebruikt waaruit de beproevingssterkte nauwkeurig kan worden bepaald. Meerdere toepassingsnormen vereisen aanvullende proeven. De documenten voor de kwalificaties van de lasmethoden moeten ter goedkeuring worden voorgelegd aan de keuringsinstantie of de opdrachtgever.

De beproevingssnelheid voor staal ($E = 210.000 \text{ MPa}$) zal dus anders zijn dan de beproevingssnelheid voor aluminium ($E = 69.000 \text{ MPa}$).

Validiteit van de waarden

Je zou kunnen denken dat de uit de proefstaven gemeten waarden gelden voor het grootste deel van het materiaal, maar dat is niet altijd het geval. De treksterkte van een gietstuk bijvoorbeeld, wordt dikwijls bepaald uit een monster dat uit een opkomer is vervaardigd. Dat materiaal zal een korrelgrootte hebben die verschilt van de overige massa van het gietstuk. Bij een gewalste plaat worden verschillende waarden gemeten in de langsrichting, dwarsrichting en dikterichting.

Bij de ASTM worden ook dergelijke specificaties opgegeven, maar deze zijn niet hetzelfde. Het kalibreren van de meetapparatuur is verplicht om binnen aanvaardbare parameters te kunnen werken.

Bij materiaalspecificaties volgens EN 10028 (vlakke producten in staal voor drukvaten), wordt daarom vereist dat de trekproef dwars op de walsrichting wordt genomen. Hierdoor wordt het staal dwars op de lengterichting van de korrel beproefd – met de lagere sterkte en rek in de minst gunstige richting.

Relevante normen

EN-ISO 6892-1, Metalen - Trekproef - Deel 1: Beproevingmethode bij kamertemperatuur

EN-ISO 5178:2011, Destructieve beproevingen van lasverbindingen in metalen - Trekproeven in de lengterichting op het lasmetaal van smeltlassen

EN-ISO 4136:2011, Destructieve beproevingen van lasverbindingen in metalen - Trekproeven in de dwarsrichting

EN-ISO 7500-1, Metalen - Verificatie van éénassige statische beproevingsstoestellen – Deel 1: Trek-/drukbanken - Verificatie en kalibratie van het krachtmeetsysteem

ASTM A370, Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products

ASTM E8, Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials

ASTM B557, Standard Test Methods for Tension Testing Wrought and Cast Aluminum- and Magnesium-Alloy Products

Ook de afmetingen van een product kunnen invloed hebben op de mechanische eigenschappen, omdat bij een warmtebehandeling de materiaaldikte de afkoeltijd beïnvloedt. Langzamer afgekoelde delen krijgen een zachtere structuur, en die vinden we in het hart van delen met een grote doorsnede. Daarmee wordt in materiaalspecificaties rekening gehouden door de 'limiting ruling section' aan te geven, de maximale staafdiameter waarbij de mechanische eigenschappen in het midden kunnen worden bepaald.

Deze aflevering in de rubriek 'Laskennis opgefrist' is een bewerking van 'Job Knowledge for welders Part 70' uit TWI Connect (TWI Ltd, Cambridge, UK), geactualiseerd in 2020.