

Onderzoek naar de haalbaarheid van de toepassing van mesoschaalmodellen voor de analyse van metselwerkschade

Axel Reyskens

Master IW bouwkunde

Probleemstelling

Scheurvorming

Scheurvorming is een courant probleem binnen metselwerk wanden. Dit **ongewenst effect** zorgt voor complicaties op vlak van technische specificaties van de metselwerkstenen en integriteit van de structuur. Deze scheurvorming zal bovendien optreden indien de optredende trekspanning groter is dan de treksterkte van de metselwerk wand. Omdat metselwerk een relatief lage treksterkte heeft, terwijl mortel doorgaans een hogere treksterkte heeft.

Deze scheurvorming zorgt regelmatig voor **herstellingswerken**, waardoor kosten oplopen. Bij scheurwijdtes groter dan vijf millimeter zijn invasieve herstellingswerken noodzakelijk. Het doel is om deze **scheurwijdte** maximaal te **beperken**. Dit probleem zal men onderzoeken door middel van simulaties in MATLAB. Hiervoor gebruikt men een 2D mesoschaal eindige-elementenmodel, waarop men numerieke analyses zal uitvoeren. Om deze scheurvorming te analyseren zal men gebruik maken van een **schademodel**.

Mogelijke oplossing: dilatatievoegen

Scheurvorming kan men **limiteren** door toepassing van **dilatatievoegen** in metselwerk wanden, zoals weergegeven op **Fig. 1**. Dilatatievoegen vangen de **spanningen** zoals uitzetting en krimp van metselwerk wanden op, omdat deze voegen zijn gevuld met een **elastisch materiaal**. De dilatatievoegen laten beweging binnen het metselwerk toe. De **positionering** van deze dilatatievoegen is van zeer groot belang.

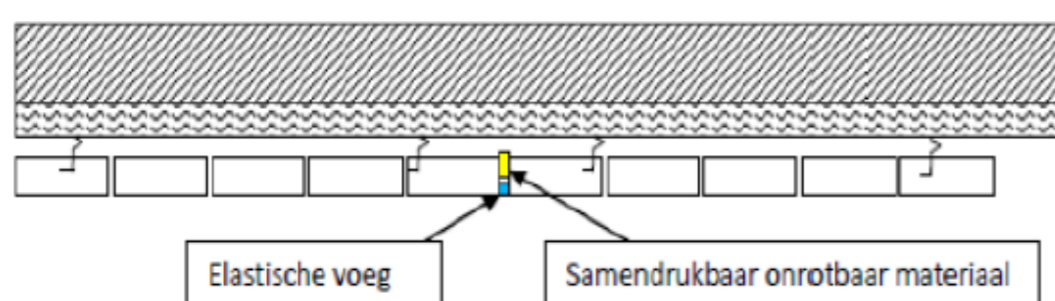


Fig. 1: Opbouw verticale dilatatievoeg [1, p. 13]

Eindige-elementen methode

Modellering

Het **numeriek onderzoek** werd uitgevoerd in MATLAB met behulp van een **mesoschaal eindige-elementenmodel**. Op **Fig. 2** staan de drie belangrijkste types van schaalmodellen met bijbehorende karakteristieken. Het **mesomodel** is dus een **gouden middenweg**: een nauwkeurig model met aanvaardbare rekentijd.

Micro	Meso	Macro
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zeer nauwkeurig ▪ Veel rekentijd 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nauwkeurig ▪ Aanvaardbare rekentijd 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zeer robuust ▪ Weinig rekentijd

Fig. 2: Types schaalmodellen [2, p. 41]

Preprocessing tool

Met behulp van de preprocessing tool kan men gevels inladen. Men kan nadien deze gevel **overtrekken** en de **openingen** aanduiden. Ook dilatatievoegen kan men aanbrengen. De preprocessor zal door middel van de input een **2D-model** en bijbehorende **mesh** berekenen. Dit vertaalt zich in een MAT-bestand, waarop men de analysesoftware kan laten inwerken.

Deze tool werd gemaakt door Glenn van Vugt van onderzoeksgroep **CERG**.

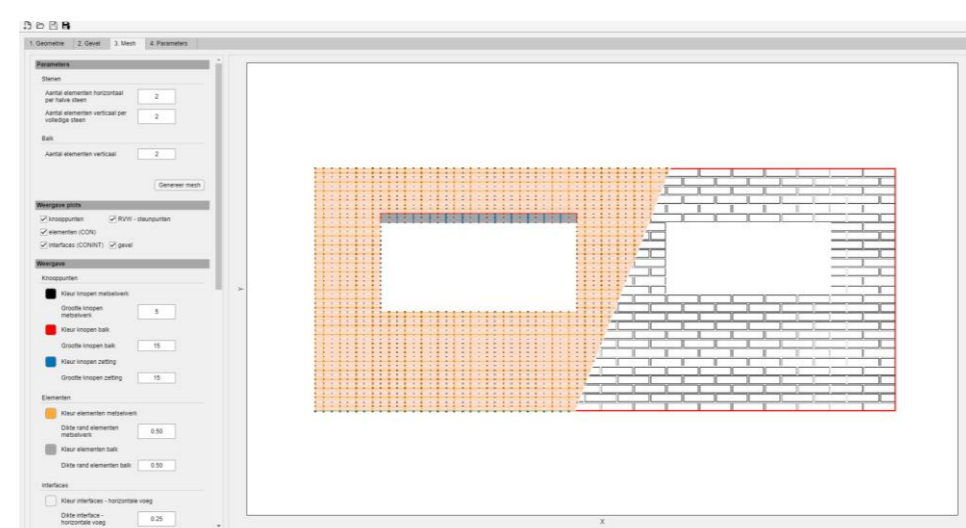


Fig. 3: Preprocessing tool

Referentielijst

[1] Innomaso, "Bewegingen in metselwerk - bewegingsvoegen," 2020.

[2] N. Shetty, "Fracture Characterization of Masonry in Compression with Acoustic Emission Analysis and Numerical Modeling," 2019.

Resultaten

Beperkingen mesoschaalmodel

Doorbuiging 5 mm	Dalzetting 5 mm	Dalzetting 7.8 mm	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wijziging geometrie en verbrijzeling metselwerk ▪ Onderzijde volgt opgelegde zetting 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zwarte voegband die andersom staat: combinatie afschuiving- en buigscheuren ▪ Combinatie van trapscheuren die in de andere richting staat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limiet mesomodel: te grote wand ▪ Traps karakter zichtbaar nabij hoekpunten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Volledige afschuiving rechts bovenaan ▪ Volledige verbrijzeling van de voegen tussen de raamopeningen

Fig. 4: Resultaten limieten mesomodellering

Invloed dilatatievoegen

Op **Fig. 5** en **Fig. 6** staan twee metselwerk wanden waarbij een **dalzetting** van 5 mm wordt opgelegd.

Door toepassing van twee dilatatievoegen (groen) wordt de schade in het deel rechtsonder aanzienlijk **beperkt**. Deze locatie nabij de hoekpunten van de openingen is **optimaal**, gezien de scheurvorming hier zal initiëren.

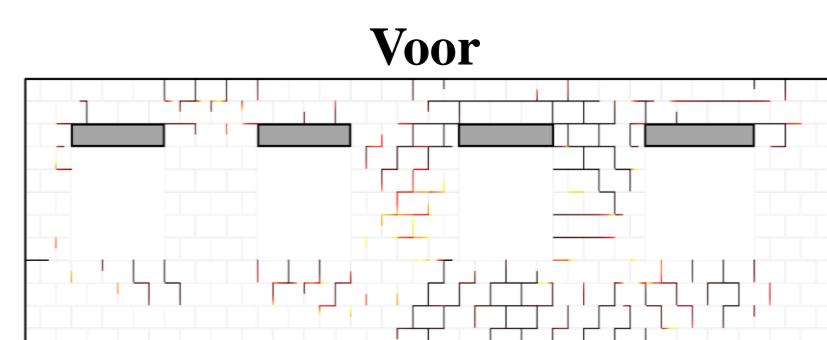


Fig. 5: Simulatie dalzetting zonder dilatatievoeg

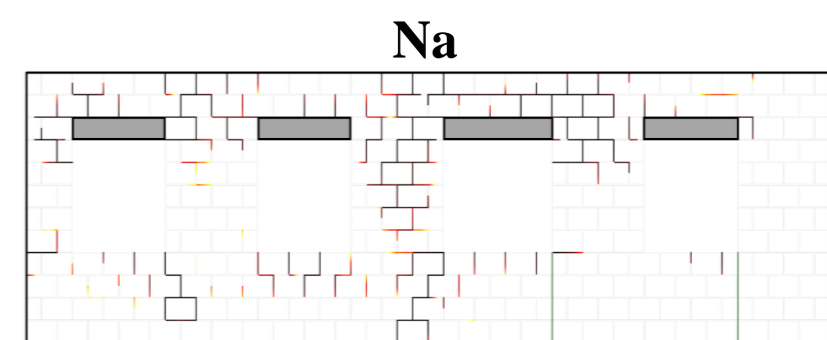


Fig. 6: Simulatie dalzetting met dilatatievoeg

Conclusie

Scheurvorming binnen metselwerk is een inherent en haast niet weg te werken probleem, dat – mits goede voorzorgen – gelimiteerd kan worden. Dankzij de huidige kennis over dilatatievoegen en toepassingen via MATLAB, kan men deze scheurvorming dimensioneren en analyseren. Het **mesoschaalmodel** is daarbij een geschikte keuze indien men werkt met relatief **kleine metselwerk wanden**.

Tijdens de numerieke analyses zag men dat in bepaalde gevallen, **geen numerieke oplossing** meer gevonden kon worden omwille van **instabiliteiten** in het model. Eens de metselwerkstenen loskomen binnen het zettings- of schade patroon, heeft de **stijfheidsmatrix** immers een **slecht conditiegetal**.

Tot slot stelt men vast dat de **hoekpunten** van **openingen**, optimale locaties zijn om **dilatatievoegen** aan te brengen. Dit omdat scheurvorming hier initieert.

Toekomstvisie

- Voor toekomstig onderzoek raadt men een **objectieve parameter** aan om de verschillende schadegevallen **kwantitatief** te analyseren. Men denkt hierbij aan de **totale gedissipeerde breukenergie** van een volledige muur. Zo bekomt men een objectief schadeniveau. Dit is uiteraard een betere methode dan het vergelijken van schade patronen met het blote oog.
- De aanpak waarbij men een **meerschalg domein** gaat **activeren** om metselwerk wanden te analyseren is reeds in ontwikkeling, ook binnen onderzoeksgroep CERG. Door middel van deze techniek kan men **grotere en complexere** metselwerk structuren analyseren. Verder is deze aanpak ook **efficiënter**, gezien men niet de volledige metselwerk wand hoeft te analyseren. Vooral bij zeer grote structuren zal deze aanpak dus een belangrijke rol spelen.

Promotoren / Copromotoren / Begeleiders

Prof. dr. ing. Bram Vandoren

Ing. Glenn van Vugt