

Beton is in vergelijking met vele andere bouwmaterialen zeer goed brandbestendig. Het brandt of smelt (nagenoeg) niet, het isoleert de warmte vrij goed en bij verhitting van beton komen geen giftige dampen of rook vrij.

Beton en brand



In veel gevallen is een betonconstructie goed in staat gedurende een brand lang genoeg stand te houden om mensen uit gebouwen te laten vluchten en bluswerk mogelijk te maken. Daartoe worden aan bouwdelen eisen gesteld van 30 of 60 minuten brandwerendheid. Voor andere bouwmaterialen dan beton zijn hiervoor al extra voorzieningen nodig.

Ook kunnen aanvullende maatregelen worden genomen om een betonconstructie beter brandbestendig te maken of constructieonderdelen zelf te beschermen tegen brand. Hiervoor is het belangrijk het gedrag van beton bij brand te kennen.

OVERDRACHT VAN WARMTE

Als beton door brand wordt verwarmd dan dringt de warmte via het betonoppervlak in het beton door. Een aantal processen speelt hierbij een rol. De hitte, die door een brand wordt ontwikkeld, zal door straling en via stroming van hete lucht op het betonoppervlak inwerken. In de betonconstructie zelf wordt de warmte verder getransporteerd door

warmtegeleiding. Voor warmtetransport door geleiding is een temperatuurverschil nodig. Bij het begin van een brand is de buitenkant van de constructie veel heter dan binnen in de constructie. De warmte dringt van buiten naar binnen in de constructie door. Het warmtetransport blijft op gang zolang een temperatuurverschil in de constructie aanwezig is.

Beton is echter een slechte warmtegeleider. De snelheid, waarmee een betonconstructie opwarmt, wordt onder andere bepaald door de intensiteit van de brand en de thermische geleidbaarheid en warmtecapaciteit van het beton en het wapeningsstaal. Uiteraard spelen afmetingen van de constructieonderdelen mede een rol. Het duurt enige tijd voordat een betonconstructie zover is opgewarmd dat temperatuurverschillen of afname van sterkte en stijfheid tot grote schade zullen leiden.

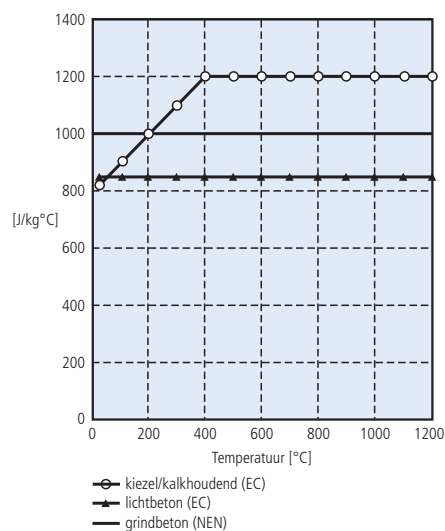
SCHADEMECHANISMEN

Bij verhitting kan een betonconstructie door verschillende oorzaken schade oplopen. In de praktijk is het vaak een

combinatie van factoren, maar theoretisch worden verschillende schade-mechanismen onderscheiden:

• Temperatuurverschillen

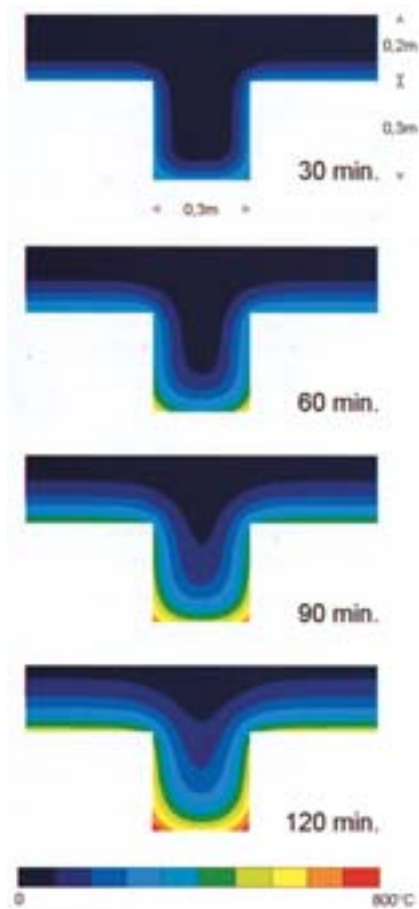
Beton en wapeningsstaal zetten uit bij verwarming. Temperatuurverschillen in een betonconstructie veroorzaken ongelijke uitzetting. Bij éézijdige verhitting zal, door ongelijke uitzetting tussen beide zijden, een wand of vloer kromtrekken. Balken en kolommen worden bij een brand meestal aan drie of vier zijden verwarmd. Hierdoor warmt de buitenste schil beton eerder op en bereikt een veel hogere temperatuur dan de kern. Als uitzetten van beton wordt verhinderd kunnen te grote spanningen in het beton ontstaan, waarbij scheurvorming ontstaat.



Warmtecapaciteit van beton

• Afname van sterkte en stijfheid

Door verhitting nemen bijna alle materialen in sterkte en stijfheid af. Voor beton en wapeningsstaal is dit niet anders. In beton is dit vooral het gevolg van interne scheurvorming en degradatie van cementsteen. Door temperatuursverhoging vinden verschillende chemische omzettingen in de cementsteen plaats, waarbij de cementsteen zijn samenhang verliest.



Temperatuursverloop in de constructie na aanvang brand op verschillende tijdstippen

De druksterkte van grindbeton begint af te nemen bij een temperatuur van circa 200°C. Bij een temperatuur van 450°C is dit ongeveer gehalveerd. Boven een temperatuur van circa 250°C is het sterkteverlies blijvend. Verder vermindert de aanhechting tussen het beton en het wapeningstaal. Onder normale omstandigheden is de uitzettingscoëfficiënt van beton en betonstaal hetzelfde, echter bij hogere temperaturen is dit niet meer het geval. De invloed van de temperatuur op de treksterkte van wapeningstaal is afhankelijk van de aanwezige staalspanning en de staalsoort. Bij een normaal spanningsniveau in de gebruikstoestand begint de treksterkte van warmgewalst wapeningstaal bij een temperatuur van circa 350°C af te nemen, en is bij een temperatuur van circa 550°C ongeveer gehalveerd.

Uitgaande van de thermische eigenschappen en de volumieke massa van een materiaal én een aangenomen uitwendig temperatuurverloop (een brandkromme) kunnen berekeningen worden gemaakt van de snelheid van opwarmen en de temperatuurverdeling in een



In vergelijking met vele andere bouwmaterialen is beton zeer goed brandbestendig

betonconstructie. Op basis van deze berekeningen kan worden bepaald of in de constructie kritische temperatuurgrenzen voor de sterkte worden overschreden. Hieruit volgt hoe lang een betonconstructie in stand blijft om personen de gelegenheid te geven uit het gebouw te vluchten en de brandweer de tijd te bieden reddings- en bluswerkzaamheden uit te voeren.

In het Bouwbesluit zijn hiervoor eisen opgenomen. Zo wordt bijvoorbeeld geëist dat voor alle bouwwerken de vluchtwegen minimaal 30 minuten veilig bruikbaar blijven. Een andere eis is dat de hoofddragconstructies van een bouwwerk gedurende een bepaalde tijd intact blijft.

• Afspatten van beton

Of spatten van beton bij brand zal optreden is van veel factoren afhankelijk:

- de aanwezigheid van vocht in het beton;
- de temperatuur en de snelheid waarmee deze oploopt;
- de dampdichtheid en poriënstructuur van beton;
- de aanwezigheid en richting van drukspanningen.

De aanwezigheid van vocht is één van de belangrijkste factoren.

Spatten van beton treedt op doordat het vocht in de poriën door de hoge temperaturen verdampt en daarbij in volume toeneemt.

Als dit verschijnsel optreedt over een voldoende groot oppervlak van het beton en de treksterkte van het beton in dit gebied wordt overschreden, kan in één keer met grote kracht een schol beton losspringen.

Hogesterkebeton en beton met fijne vulstoffen, zoals poederkoolvliegias, steenmeel of silicafume, zijn daardoor –

ook bij lage vochtgehalten en langzame opwarming – gevoeliger voor afspatten dan beton in de gangbare sterkteklassen.

MAATREGELEN TEGEN BEZWIJKEN

In de utiliteits- en woningbouw wordt doorgaans, op basis van de rekenregels en ontwerpcriteria in NEN 6071, nagegaan of een gebouw gedurende een brand lang genoeg in stand kan worden gehouden om onder andere personen eruit te laten vluchten. In het Bouwbesluit zijn hiervoor eisen opgenomen. Het blijvend behoud van de constructie speelt hierbij een minder dominante rol. Het kiezen van voldoende dekking op de wapening en in bepaalde gevallen overdimensioneren van kritische constructieonderdelen, om materiaalverlies bij brand op te vangen, volstaan doorgaans. In bepaalde gevallen kan worden overgegaan op het aanbrengen van hittewerende bekleding.

Veilige constructie

In tegenstelling tot wat er in de inleiding wordt vermeld, zou uit de tekst van de schademechanismen kunnen worden afgeleid dat (gewapend) beton helemaal niet brandbestendig is. Dat is niet waar. De juiste kennis van materiaaleigenschappen en van het gedrag van beton en staal bij hoge temperatuur is voor veilig bouwen in beton van essentieel belang. Met deze kennis én de nodige aandacht voor het constructief ontwerp en de detaillering ervan is voor elke situatie een veilige constructie te realiseren. Met aanvullende maatregelen is het zelfs mogelijk schade aan een betonconstructie ten gevolge van brand aanzienlijk te reduceren.

Bron: Betoniek 12/19, Brandbestand, oktober 2001

ing. W.A. Kramer, ENCI