

TERNOCEM®

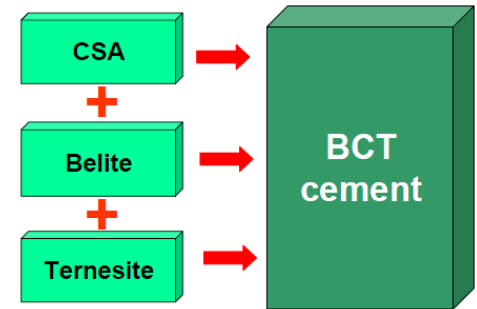
“Aan de slag met het betonakkoord”

Marcel Bruin 23-11-2021

Ternocem® combineert CSA cement technologie met klassieke OPC technologie

Calcium - Sulfo - Aluminaat (CSA):

- Snelle vorming van Ettringiet die leidt tot hoge vroege sterkte, expansie
- Niet bruikbaar/toegestaan in constructieve toepassingen (Duurzaamheidsasp.)



Beliet (C₂S):

- Langzaam reagerende fase in OPC, verantwoordelijk voor lange sterkteontwikkeling (weken, maanden)

Beliet Calcium sulfo aluminaat Ternesiet cement (Ternocem®):

- Vergelijkbaar BCT klinker productieproces als dat van gewone Portland klinker
- Verlaagd energieverbruik: sintering 1250 – 1350 °C alsook lagere decarbonatatie

Productie / Eigenschappen

Grondstoffen / Techniek / Bindmiddelen

2. Ternocem clinker technology

Raw materials

- Limestone / marl
- **Bauxite**
- Iron sources
- SiO₂ sources
- **Sulfate sources**
- Al-Si bearing minerals
- Pozzolana
- Industrial by-products



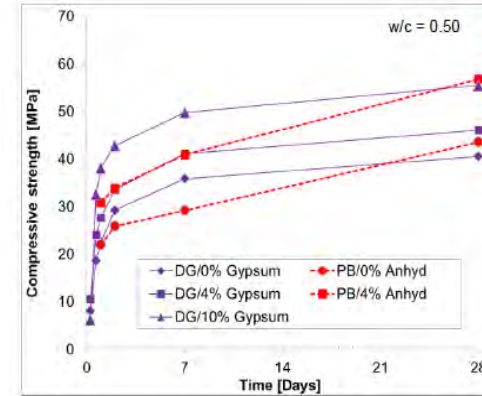
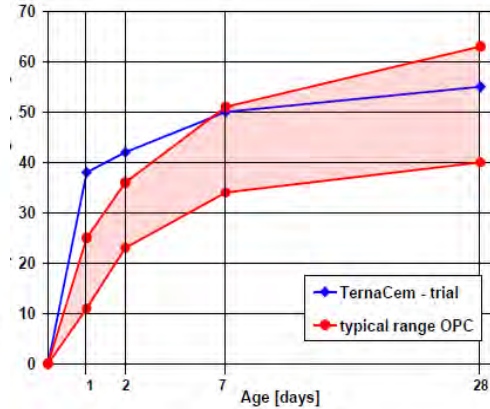
Production / Technology

- Production similar to OPC clinker manufacturing
- **Lower energy demands in comp. to OPC**
 - 1250 -1350 °C
 - Friable clinker
- **Lower CO₂ emissions compared to OPC**
- **SO₂ emission mastered**



Cement / Binder

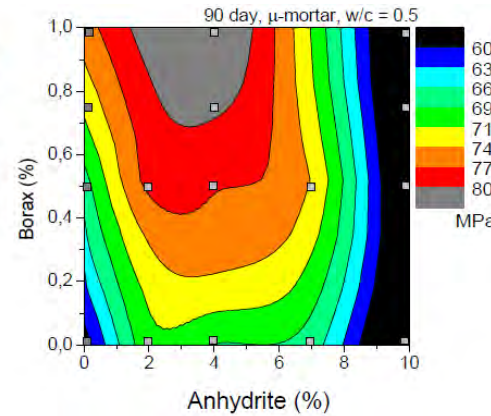
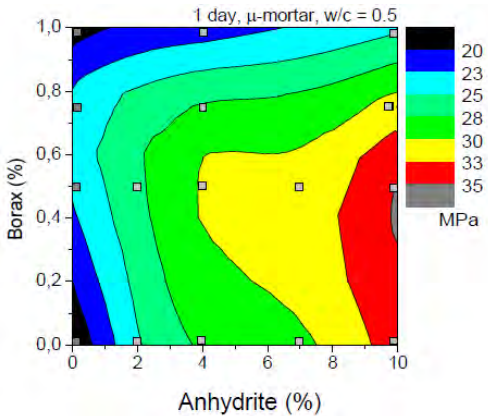
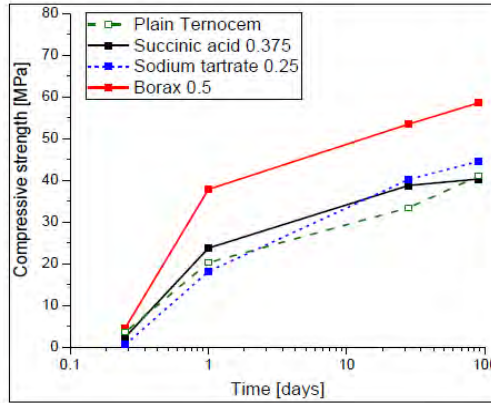
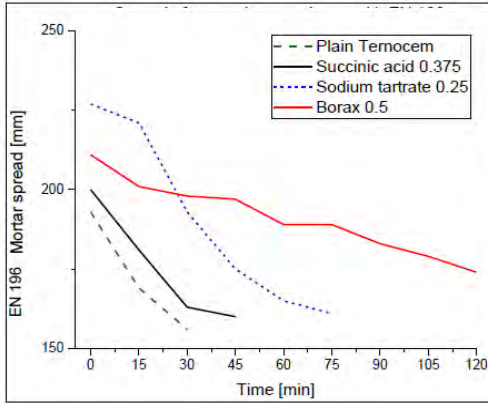
- Based on
 - Ye'elimite C₄(A_xF_{1-x})₃S
 - Belite C₂S
 - Ferrite C₂(AF)
 - Ternesite
 - Anhydrite / Gypsum C₂S·nH₂O
 - Minor phases





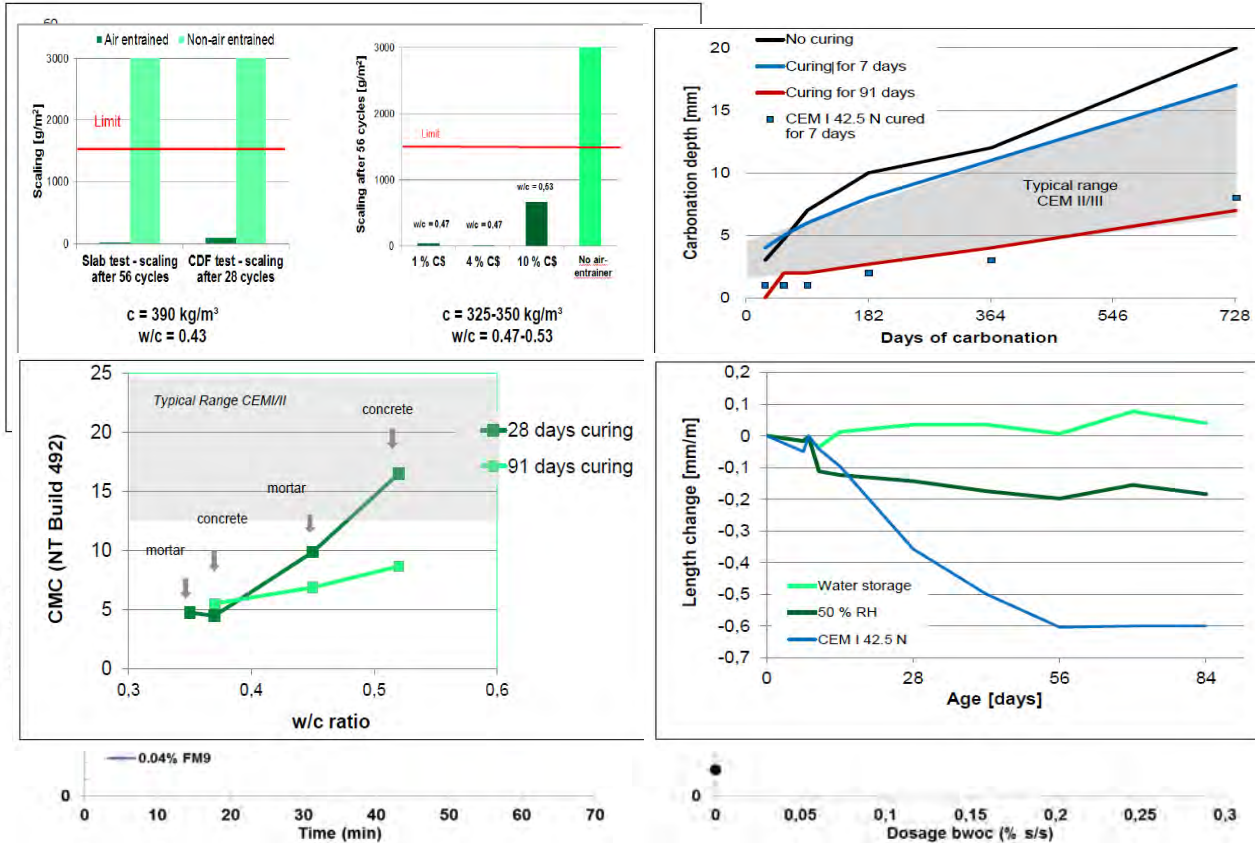
Eigenschappen

Cementprestaties: vertrager / flexibiliteit bij sterkteontwikkeling



Eigenschappen

Betontechnologie: verwerkbaarheid / duurzaamheid



BTIC voorstel 2020; Constructieve eigenschappen



Adviesbureau ir. J.G. Hageman B.V.

Notitie 24-6-2020

Dossier 10565

Onderzoeksvoorstel voor bepaling van de constructieve eigenschappen van beton met Ternocem®

1 Inleiding

Door HeidelbergCement Group is het bindmiddel Ternocem® voor toepassing in beton ontwikkeld. Dit is een bindmiddel op basis van Belite Calciumsulfoaluminate Ternosite (BCT) klinker. Het is een alternatief voor portlandcement en is ontwikkeld ten behoeve van een verlaging van de CO₂-uitstoot bij de productie van beton.

Voorstel voor experimenteel onderzoek

Op basis van de voorgaande beschouwingen, zou experimenteel onderzoek moeten worden uitgevoerd naar de volgende aspecten:

1. Proeven voor σ - ϵ -relatie, druk/treksterkte, elasticiteitsmodulus, inclusief ontwikkeling in de tijd;
2. Proeven voor krimp- en kruipgedrag;
3. Dwarskrachtproeven voor dwarskrachtcapaciteit;
4. Proeven voor aanhechtgedrag met betonstaal en voorspanstaal;
5. Buigproeven voor scheurgedrag en doorbuiging;
6. Vermoeiingsproeven voor beton onder druk;
7. Proeven met betrekking tot (bekende) aantastingsmechanismen.

Toepassingen / Ervaringen

■ The first concrete slab with Ternocem casted in 2014

- Good workability and good surface finishing
- Acceptable strength levels at 28 days
- Extremely high strength levels beyond



4. Ternocem applications: Railways sleepers production 2016

- Good finishing surfaces
- No deleterious reactions observed at contact zone to OPC concrete



4. Ternocem applications: ECO-Binder - Test at precast, Italy 2017

- Despite high temperatures (>30°C) slump stable at 21±2 cm over 2 hours
- Open time - around 4 hours
- Compressive strength reached
 - 30 MPa after 20 hours
 - 35 MPa after 3 days
 - 46 MPa at 28 days



Toepassingen / Ervaringen

Legblokken en Betonplaten:

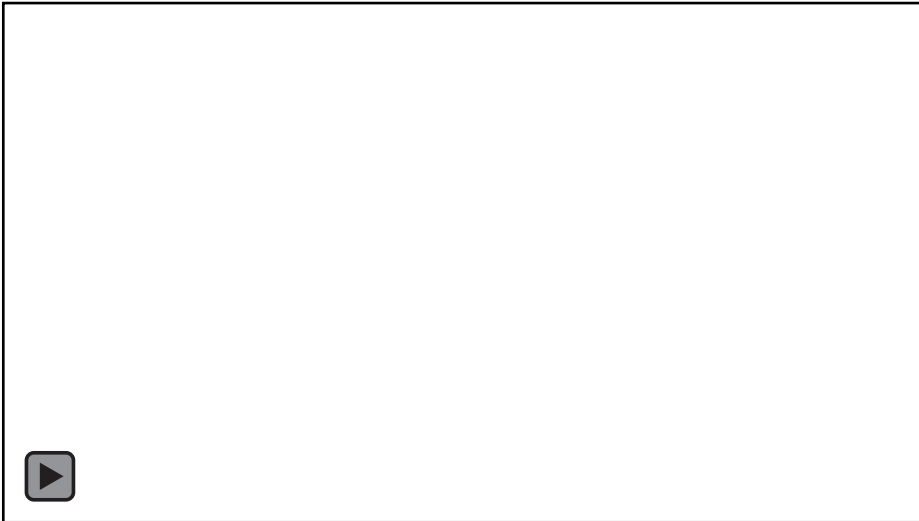
- ✓ Beton is eenvoudig te plaatsen
- ✓ Goede sterkteontwikkeling
- ✓ Zeer goede beginsterkte
- ✓ Geen scheuren



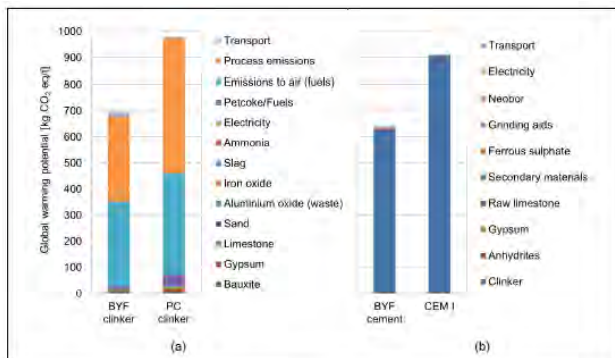
Toepassingen / Ervaringen

Praktijktesten Cementplant België

- Wegdek:
 - Beton gestort bij -2°C
vorst tijdens de eerste nachten
 - Druksterkte: 20°C buitentemp.
 - 2d (MPa): 34,4 1,2
 - 7d (MPa): 44,5 37,7
 - 28d (MPa): 53,4 53,7



Levvel Blokken op basis van Ternocem® beton



Eigenschap (eenheid)	Blok 1	Blok 2	Gemiddeld
Metingen bij Rutte:			
Zetmaat (mm)			
voor stort	50	30	-
na stort	20	10	-
Schudmaat (mm)			
voor stort	310	300	-
na stort	n.b.	260	-
Temperatuur specie (C)	12,6	13,6	-
Vol. massa specie (kg/m ³)	2439	2453	-
Luchtgehalte specie (%V/V)	2,0	1,5	-
Druksterkte bij ontkisten (MPa)	36 (40 uur)	45 (40 uur)	-
Vol. massa blok (kg/m ³)	2430	2430	-
Labonderzoek aan kuben:			
Vol. massa (kg/m ³)	2430-2450	2440-2460	2445
Druksterkte 28d (MPa)	54,2; 55,2	59,9	56,4
Splijttreksterkte 28d (MPa)	4,6	4,7; 4,5	4,6
Max. waterindringdiepte (mm)	6; 24	6	12 (6)
Spec. elektr. weerstand (Ωm)	258; 268	251	260



Belite Cement; Milieuwinst

30% CO2 winst

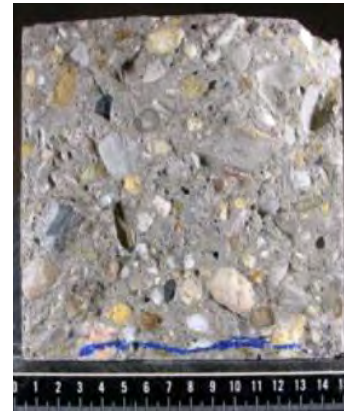
- Grondstoffen met lager CO2 aandeel
- Lagere oventemperatuur

Alternatief voor CEM I

- Betonstraatstenen;
- Vee-roostervloeren;
- Kanaalplaatvloeren;
- Industriepaten;
- Rioleringsystemen;
- Funderingspalen (gewapend en voorgespannen);
- Diverse betonelementen;
- Betonmortel, bedrijfsploeren;
- Betonmortel, wegverhardingen

NL Markt

- Volume genoemde toepassingen: 350 kt/y
- Reductie 90 kt CO2/y



Invoering mogelijk indien

- Business Case
- Stijgende CO2 kosten
- Nieuwe regelgeving; ETA
- Valide meetmethoden (duurzaamheid)



Toekomst

De Ternocem®-technologie bevindt zich in een vergevorderd ontwikkelingsstadium, maar er moeten nog enkele hindernissen overwonnen worden:

- Milieuwinst NL 90kt CO2
- Beheersing van betontechnologie - verwerkbaarheid in verschillende toepassingen
- Vastleggen / optimaliseren van duurzaamheid en prestaties op lange termijn van beton
- Technische goedkeuring / standaardisatievoorwaarden op cement- en betonniveau
- Marktintroductie, acceptatie door klanten; PM sinds 2019
- Tijd om Ternocem te heroverwegen?!

Ternocem (belite – CSA - cement) project was put on hold in 2019 – time to pick up again?

Improved market environment

- Rising CO₂ costs
- Greener markets / customers
- Green (public) procurement policies
- high early strength > OPC (precast market)

Conditions for Ternocem production

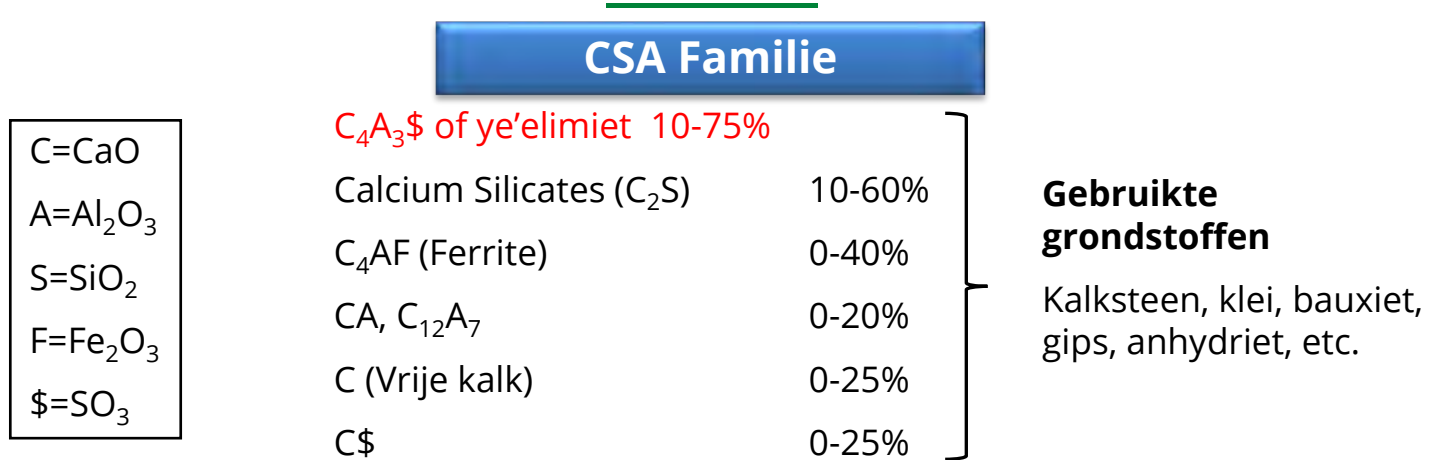
- free kiln capacity / idle kiln
- flexible plant infrastructure
- Al-rich raw materials (Al-recycling, slags,...)
- overall chemical composition (free of L.o.I.):
 - 16-19% SiO₂ 49-53% CaO
 - 14-19% Al₂O₃ 7-9% SO₃
 - 1-4% Fe₂O₃

TERNOCEM®

Dank voor jullie aandacht!



Ternocem® als onderdeel van de CSA familie



Calcium sulfoaluminaat

C₄A₃\$ > C₂S, C₄A₃\$ > 55%

HC - i.tech ALI Family



Sulfoaluminaat beliet

C₄A₃\$ < C₂S, C₄A₃\$ < 45%

HC - Ternocem

