

Ný gerð burðarþolstrefja í steinsteypu

Dr. Ólafur H. Wallevik, Þórður I. Kristjánsson

Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins

Markmið þessa verkefnis er að rannsaka og kynna nýja tegund af trefjum sem sameinar kosti þeirra trefja sem nú eru á markaðnum. Þetta er ný uppfinning sem Dr. Klaus Rieder, BNA hefur þróað undanfarin ár. Trefjarnar eru úr mjög sterku plasti og er hlutverk þeirra bæði að hindra plastíska sprungumyndun (þ. e. sprungur sem myndast í fyrsta hörðunarfasa steypu) og auka burðarþolseiginleika steypu. Hingað til hafa stáltrefjar verið notaðar í sama tilgangi en helsti galli þeirra er að steypan verður mjög óþjál. Þessi ókostur hefur leitt til þess að markaðurinn hefur sniðgengið stáltrefjar, jafnvel þar sem þær eru nauðsynlegar. Kosturinn við burðarþolsplasttrefjarnar er hinsvegar sá að þær samlagast steypunni og hafa því ekki jafnmikil áhrif á þjálni hennar.

Plasttrefjar af þessari gerð opna ennfremur möguleika á nýrri gerð steypu, sjálfútleggjandi trefjasteypu. Slík steypa myndi valda byltingu t.d. í plötusteypu, þar sem rýrnunarjárnþending yrði óþörf, en steypan hefði að öðru leyti eiginleika sjálfútleggjandi steypu.



Mynd 1. Sjálfútleggjandi trefjastyrkt steinsteypa var notuð í súlurnar á Þjórsábrú.

Þetta verkefni er samvinnuverkefni Rb, þar sem einn starfsmaður mun nota þetta verkefni til doktorsnáms, W.R. GRACE í Bandaríkjunum þar sem Dr. Klaus Rieder er sjálfur ráðgjafi, verkfræðistofunnar Línuhönnunar, Vegagerðinnar og Steypustöðvarinnar ehf.

Afrakstur þessa verkefnis ætti meðal annars að koma hönnuðum að gagni, sem ættu að geta valið trefjabundna steinsteypu með góðri samvisku þar sem hún á við, svo og verkkaupum sem gætu sparað sér verulegan viðhaldskostnað.

Markmið verkefnisins samkvæmt verklýsingu er:

- ❖ Að sýna fram á hægt sé að nota **sérstakar plasttrefjar (BPT)** í staðinn fyrir **hefðbundna járngrind** til rýrnunar-bendingar. Samanburður á gæðum eftirfarandi valkosta: a) Hefðbundin steinsteypa með rýrnunarþendingu. b) Sjálfútleggjandi steinsteypa með rýrnunarþendingu. c) Hefðbundin steinsteypa með stáltrefjum. d) Sjálfútleggjandi steinsteypa með stáltrefjum. e) Hefðbundin steinsteypa með BPT. f) Sjálfútleggjandi steinsteypa með BPT.
- ❖ Sýna fram á að **burðarþolsplasttrefjar virki betur en hefðbundnar stáltrefjar** í steypu án þess að hafa þessi miklu neikvæðu áhrif á þjálni steypunnar sem stáltrefjar hafa.
- ❖ Sýna fram á að plasttrefjar í steypu er **hagkvæmur, vinnusparandi kostur** sem auk þess er umhverfisvænn m.t.t. heilsufars þeirra sem vinna við framleiðslu og niðurlögn steypu.
- ❖ Kanna **brotræðieiginleika** (fracture mechanic) og **brortorku** (fracture energy) íslenskrar steinsteypu sem ekki hefur verið gert áður á Íslandi. Tilgangurinn er að sýna fram á að með notkun trefja margfaldað brortorka steypu, en mikil brotorka dregur úr eða hindrar sprungumyndun í steypunni.
- ❖ Kynna íslenskum steypuðnaði möguleika á **verulegri gæðaaukningu** með notkun BPT.
- ❖ Verkefni þessu er ætlað að verða **hvati til að íslenskur iðnaður** noti sjálfútleggjandi steinsteypu í auknum mæli. En hún er eftirsóknarverð vegna þeirrar miklu gæðaaukningar sem fæst með slíkri steypu og leiðir þannig til mun minni viðhaldskostnaðar bygginga.

Ávallt ber að hafa í huga að steypugæði takmarkast af veikasta hlekknum; hvort sem hann er sprungur, óheppileg samsetning eða lítill styrkur, þá verður **steypan aldrei betri en veikasti hlekkurinn gefur tilefni til**. Rannsóknir á Rb hafa sýnt fram á að mikil hreyfing á steypunni við niðurlögn (svo sem vegna titrunar) hefur mjög neikvæð áhrif á steypugæði. Trefjastyrkt steypa sem er sjálfútleggjandi getur valdið byltingu í notkun á trefjum og hugmyndum um þjálni hennar.

Til skýringar:

1. **Stáltrefjar** eru einkum notaðar í steypu til þess að auka burðarþolseiginleika hennar. Þær eru óvinsælar vegna þess hve óþjál steypan verður.
2. **Plastískar trefjar** (úr polypropylen), eru trefjar sem hindra plastíska rýrnun, en það er sú rýrnun sem verður í fyrsta hörðunarfasa steinsteypu.
3. **Burðarþols-plasttrefjar (BPT)**, sem hannaðar voru af Dr. Rieder, eru trefjar sem sameina kosti stáltrefja og plastískra trefja. Í trefjunum er sérstök tegund af plasti sem hefur sömu burðarþolseiginleika og hefðbundnar stáltrefjar í steypu en hafa það framyfir að hindra einnig plastíska rýrnun án þess að steypna verði óþjál.

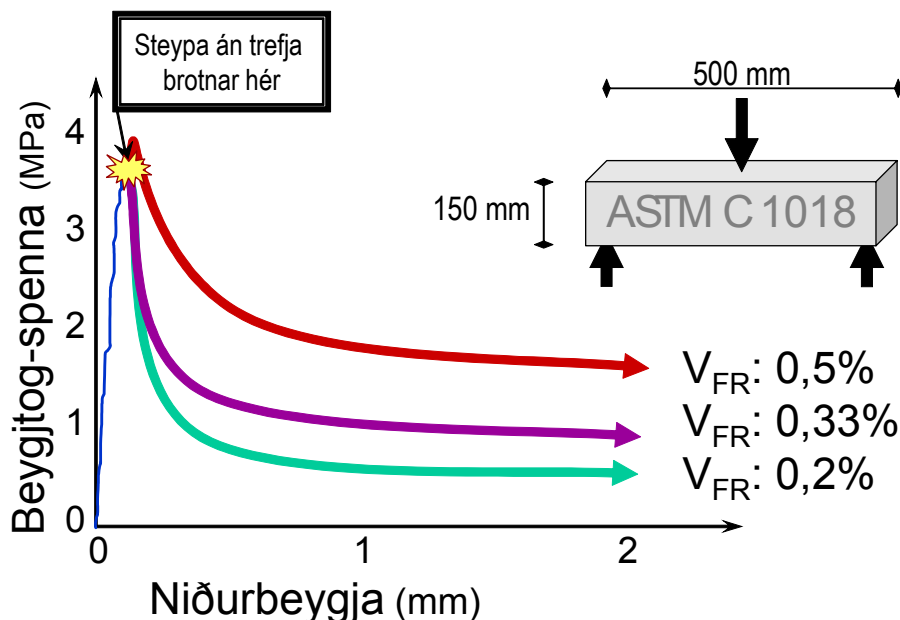
Nýnæmi í verkefninu:

Plasttrefjastyrkt steinsteypa sem gerir járnþvingu (þ.e.a.s. rýrnunarbendingu) óþarfa. Trefjastyrkt sjálfútleggjandi steinsteypa sem er verulega betri en hefðbundin steinsteypa.

Notkun hefðbundinna stáltrefja til að auka burðarþol (structural fiber) gera steypuna mjög óþjála og útilokað er að framleiða slíka sjálfútleggjandi steinsteypu. Með nýrri gerð plasttrefja eru líkur á að áhrifin á þjálni verði mun minni og að unnt verði að þróa trefjastyrkta, sjálfútleggjandi steinsteypu sem valda myndi byltingu í steypu og hönnun, m. a. steyptra platna. Þessu myndi fylgja veruleg gæðaaukning ásamt fjárhagslegum sparnaði þar sem ekki þyrfti járnalögn og vinnuafli við niðurlögn sparast að miklu leyti.

Trefjar margfalda brotorku steypunnar

Einfalt dæmi er sýnt hér að neðan, þar sem biti verður fyrir álagi. Álag er sett á bitann sem leiðir af sér 3,5 MPa spennu (sem er brotþot steypunnar). Steypa án trefja brotnar í sundur við 0,2 mm niðurbeygju en steypa með 0,5% plasttrefjar (af rúmmáli steypunnar: V_{FR}) getur haft vel yfir tífalda niðurbeygju (> 2mm) án þess að fara í sundur. Að vísu er burðargetan bara helmingur eða um 1,8 MPa, en það getur verið nægilegt til að halda mannvirki saman eftir mikla áraun svo sem jarðskjálfta.



Mynd 2. Mæling á beygjutogþoli bita, með og án trefja.

Fyrir utan hefðbundna notkun trefjasteypu mun rannsóknarverkefnið leggja áherslu á (með tilliti til brúargerðar) notkun trefjanna í yfirborðssteypu brúargólfs á stálbitum þar sem veruleg vandkvæðum hefur verið bundið að koma í veg fyrir sprungur í steypuyfirborði.

Einnig mun verða skoðað hvort hægt er t.d. að minnka eða jafnvel sleppa járnnum í sökklum og minka þau verulega í stöplum.