

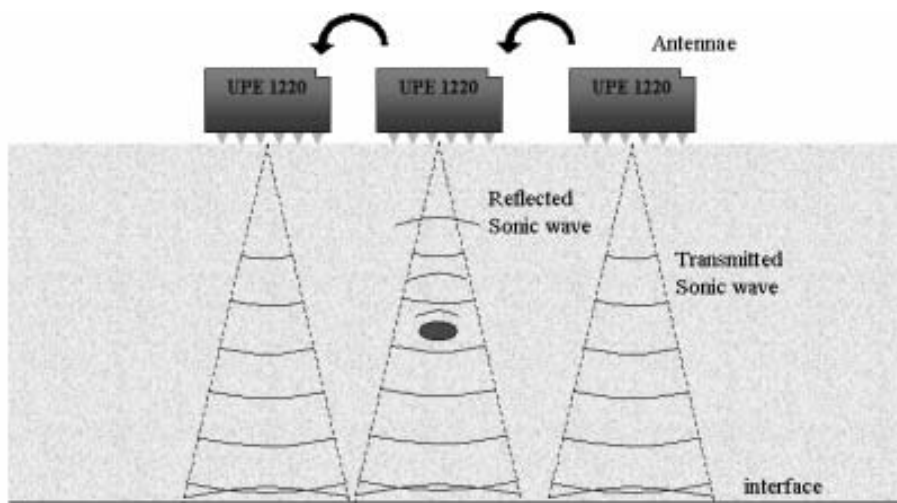
Steinsteypa rannsókuð án sýnatöku

Gísli Guðmundsson¹, Hönnun, Grensásvegi 1, Reykjavík

Inngangur

Undanfarin ár hefur Rb tekið þátt í samnorrænu verkefni sem fjallar um hagnýtar mæliaðferðir við ástandsmat á steinsteypu, án þess að taka sýni af steypunni.² Flestar þessara aðferða eru vel þekktar úr öðrum sviðum, eins og t.d. jarðeðlisfræði. Algengustu aðferðirnar eru: Radarmælingar, hljóðbylgjumælingar, s.k. SASW-mælingar og geisla-mælingar (betatron).

Í framhaldi af þessu verkefni fjárfesti Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins í mælitæki sem gerir það kleift að kanna innviði steinsteypu án sýnatöku. Umrætt tæki er s.k. ultra sonic pulse echo tæki - A 1220 Low Frequency Flaw Detector for Concrete. Tækið sendir og nemur hátíðni bylgjur. Það saman stendur af tveimur einingum, annars vegar nemum (transducers) og hins vegar stjórnþæki. Nemarnir eru alls 24, en þeim er skipt í tvö sett, sendar og móttakarar. Merkið frá sendunum er “shear wave”, en það mun vera nýtt í þessum bransa. Tíðnin getur verið frá 33 KHz til 250 KHz. Mesta dýpi sem tækið getur séð ofan í steypu er 1200 mm, en dýpið er háð stærð fylliefna í steypunni. Þar að auki þarf ekki að hreinsa eða eiga við mæliniðurstöðurnar, eins og algengt er, heldur er hægt að lesa þær beint af skjánum á tækinu og/eða flytja þær beint yfir í tölvu. Uppruni tækisins er rússneskur, en því er dreift frá Englandi. Eins og nafn þess ber með sér er það ætlað til að finna skemmdir í steypu. Tækið vinnur þannig að lágtíðnibylgjur eru sendar inn í steypuna og endurkast þeirra er numið. Bylgjuhraði í óskemmdri steypu er vel þekktur og einnig er auðvelt að mæla hann. Með þekktum bylgjuhraða er hægt að fá upplýsingar um innri gerð steypunnar með því að mæla komutíma endurkastsins. Hægt er að finna holrými í steypu á þrjá vegu: með beinu endurkasti; með endurkast frá botn (back wall echo); og með margföldu endurkasti, sjá mynd 1.



Mynd 1. Mælingar með UPE-tækinu eru punkt mælingar.

¹ Áður á Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins

² Shaw, P. et al. (2004) A Practical Guide to Non Destructive Examination of Concrete

Tækið mun nýtast við að finna holrými í steypu, eins og steypuhreiður, svæði sem hafa þakast illa, svo og sprungur í steypu. Það mun einnig nýtast við að finna spennuraufar í forspenntum mannvirkjum og hvort og hve vel tekist hefur að fylla þær með múr eftir að búið er að spenna mannvirkið. Mjög mikilvægt að takist vel til með fylla raufarnar, því annars er hætt á að með tíma þær fyllast þær af vatni, sem hefur í för með sér tæringu.

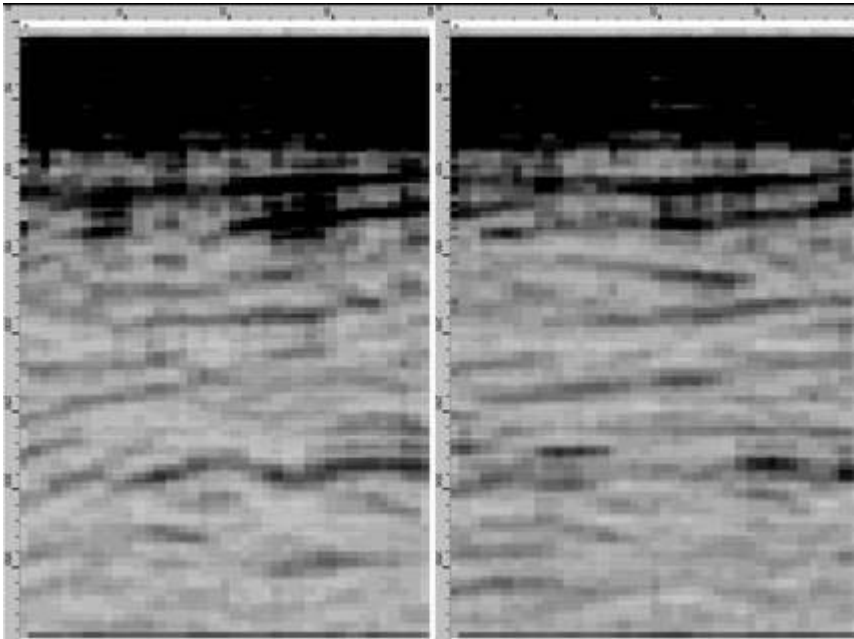
Í þessari rannsókn, sem styrkt var af Vegagerðinni var markmiðið var að kanna nokkrar af elstu forspenntu brúm landsins með tilliti til ástands á spennuköplum. Sýnt hefur verið fram á að tiltöluleg auðvelt er að finna spennuraufar í ómalbikuðu steypu brúargólfi, sbr. mælingar á Sogsbrú.

Mælingar

Sog – staðsetning á spennuraufum

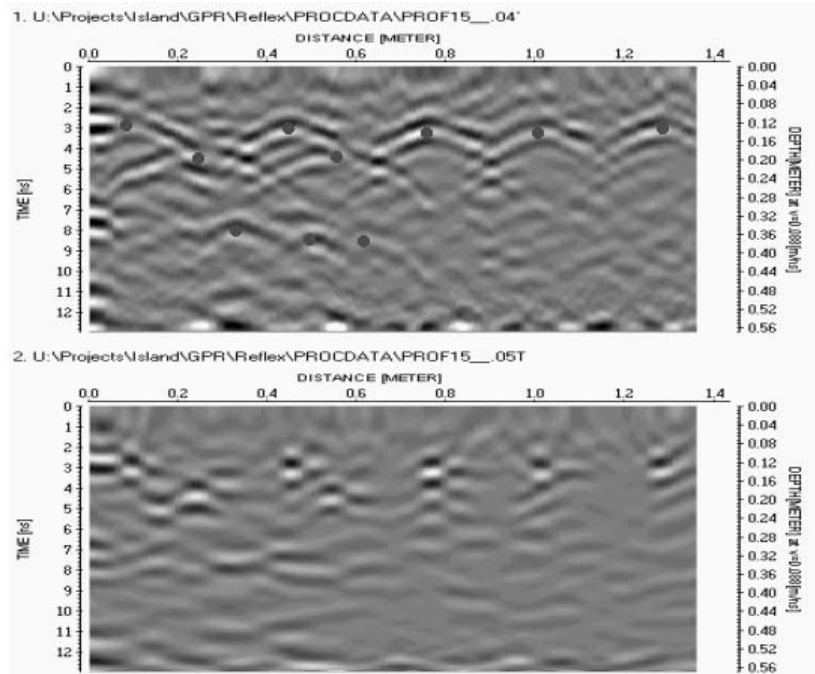
Brúin var steypd árið 1983 og hún er 74 m löng. Brúargólfið er eftir-á-spennt með Freysinet köplum í 70 mm spennurauf. Brúin er í mjög góðu ástandi og þess vegna var hún valin til þessarar mælinga. Til að staðsetja spennuraufarnar var hljóðbylgjutæki (UPE) eins og því sem lýst er hér að ofan, en einnig var radar (ground penetrating radar - GPR) notaður til þess að staðsetja spennuraufarnar.

Á mynd 2 eru sýndar niðurstöður úr mælingum með UPE tækinu. Mælingarnar eru gerðar u.þ.b. 2 m austan við ásetu á miðstöpli. Þar eru spennuraufarnar að ganga ofan í steypuna og hafa greinst upp frá ásetunni og eru því misdjúpt í steypunni. Á myndinni má sjá greinilega þrjár raufar í brúargólfinu.



Mynd 2. UPE mæling um 2 metra fyrir austan miðstöpulinn. Myndin til vinstri er póleruð hornrétt á mælistefnuna og myndin til vinstri er póleruð samsíða mælistefnunni. Tíðin er 100kHz og 1 cm er á milli mælipunkta.

Á mynd 3 eru sýndar niðurstöður úr mælingum með GPR. Mælingarnar eru gerðar um 1 m fyrir austan miðstöpulinn. Á efri myndinni má greina a.m.k. tvær spennuráufar í efri hlutanum og þrjár spennuráufar í neðri hluta steypunnar. Þar að auki er mögulegt að greina hluta af járngrindinni.



Mynd 3. GPR prófíll. Mælingin er gerð um 1 m fyrir austan miðstöpulinn

Blöndubrú

Byrjað var á einni af elstu forspenntu brú landsins – Blöndubrú, sjá mynd 4, en brúin er frá árinu 1963. Markmiðið var að finna spennuráufarnar og segja til um ástand spennuvírsins, þ.e.a.s. hvort mögulegt sé að sjá hvort tæring eigi sér stað í köplunum. Mælingarnar voru aðeins gerðar með UPE-tækinu, þar sem radar er ekki til á Rb. Til þess að hægt sé að segja til um hvort tæring eigi sér stað í spennuköplunum, þarf steypan í kringum kaplana að vera byrjuð að springa, vegna ryðmyndunar í köplunum. UPE tækið er ekki hægt að nota til þess að segja til um ástand spennukaplana, aðeins um ástand steypunnar umhverfis kaplana.

Brúin var könnuð á þremur stöðum, á miðju brúardekkinu, á ásetunni yfir syðri stöplinum og suðurenda brúarinnar, sjá mynd 4.



Mynd 4. Blöndubrá. Örvagnar vísa á staði þar sem mælingar voru framkvæmdar

Á mynd 5 er sýnt dæmi um niðurstöður úr UPE-mælingum á brúardekkinu.



Mynd 5. Niðurstöður úr UPE-mælingum á Blöndubrá á miðri brú. Endurkastið frá brúargólfinu vantar þar sem spennukaplarnir eru. Á myndinni má sjá a.m.k. tvo spennukapla. Mælt var þvert yfir eystri akgreininna með 10 cm bili milli punkta. 70 kHz og 2650 m/s.

Á öllum mælingunum sem voru framkvæmdar var aðeins hægt að staðsetja spennuraufarnar, ekki var hægt að segja hvort skemmdir eiga sér stað í steypunni umhverfis kaplana. Til þess er upplausnin í tækinu ekki nógu mikil. Þess vegna er ekki mögulegt að segja nokkuð um ástand á spennuköplunum í brúnni. Hins vegar má segja að það er ekkert sem bendir til þess að skemmdir eigi sér út frá raufunum í brúnni.

Samantekt

Helstu niðurstöður eru að UPE-tækið hefur ekki nægilega upplausn til þess að meta ástand steinsteypu umhverfis spennukapla í eftir á spenntum mannvirkjum. Upphaflega var reiknað með að rannsaka ástand spennukapla í fleiri mannvirkjum en í Blöndubrá, en fallið var frá þeirri áætlun.