

Betoni toimii käytännössä, mutta saammeko sen toimimaan myös teoriassa?



1 Jussi Mattila

Betonirakentamisen laatuutteista muutama vuosi sitten nousut kohu käynnisti mittavat tutkimukset ongelmien laajuuden ja syyn selvittämiseksi ja tilanteen korjaamiseksi. On tutkittu muun muassa lukemattomia rakenteita, lisäaineiden toimintaa, betonin tiivistymistä ja erottumista, lujuustutkimuksen luotettavuutta. Nyt voi todeta, että kokuun riitti vain muutama todellinen ongelmakohde. Esimerkiksi Väyläviraston tutkituttamista noin sadasta sillasta vaatimukset alittuivat vain yhdessä.

Betonirakenteen valmistaminen on monivaiheinen ja usean toimijan tapahtumasarja. Siihen mahtuu lukuisa joukko toimijoita ja toimenpiteitä osa-aineiden suhteituksesta ja annostelusta, sekoittamisesta kuljettamiseen, pumppaamiseen, valuun, tiivistämiseen ja jälkihoitoon. Jos betonin lujuutta joudutaan selvittämään valmiista rakenteesta, prosessiin sisältyy vielä monta lisävaihetta.

Tutkimuksissa on paljastunut, että asiat eivät ole kaikilta osin niin kuin on uskottu, luultu tai kuviteltu. Betonirakentamisen prosessin eri vaiheisiin liittyy joukko pieniä epätarkkuuksia. Kiviainesten rakeisuus ja kosteuspitoisuus vaihtelevat, sementin lujuustaso ja betonin ilmamäärä vaihtelevat, betonin tiivistysaste vaihtelee. Jos betonin lujuutta tutkitaan porakappaleiden avulla, kappaleiden irrottamiseen ja käsittelyyn sekä koestamiseen liittyy niihinkin monta epätarkkuutta.

Kun kaikki betonirakenteen tuotantoprosessin epävarmuudet summaa yhteen, syntyy herkästi kuva, ettemme hallitse valmistusprosessia riittävällä tarkkuudella. Käytännön arjessa betonirakentaminen toimii kuitenkin kokemusten mukaan erittäin hyvin. Suomessa ei ole ainakaan 50 vuoteen sortunut yhtään vähänkään mittavampaa rakennusta tai rakennetta heikon betonin takia. Betoni on rakenteellisen turvallisuuden suhteen jopa ylivoimainen materiaali.

Miksi osin hallitsemattomalta vaikuttava tuotantoprosessi tuottaa kuitenkin erittäin luotettavia rakenteita? Syitä lienee monia. Kohtuullisen suurten varmuuslukujen lisäksi monet rakenteiden lujuussuunnittelussa tehtävät otaksumat lienevät betonin tapauksessa poikkeuksellisen konservatiivisia, ne ovat reilusti varmallalla puolella. Useimmat betonirakenteet ovat myös luonteeltaan sellaisia, että rakenteeseen kohdistuvat rasitukset ohjautuvat luontaisesti rakenteen lujimpiin kohtiin. Betonirakenne ei ole ketju, joka pettä heikoimman lenkkinsä mukana. Se on pikemminkin kuin matto, jossa loimet ja kuteet jakavat taakkansa järkevällä tavalla keskenään.

Rakentaminen on syytä pitää jatkossakin niin yksinkertaisena kuin mahdollista.

Jonkinlainen uhka on, että alamme ottaa kaikki pienetkin betonin valmistamiseen ja käsittelemiseen liittyvät epävarmuustekijät yhä tarkemmin huomioon. Seurauksena tuotantoprosessista tulee helposti hyvin monimutkainen. Kysymys on siitä, rakennammeko jatkossakin betonista hieman epätarkasti, mutta luotettavasti, vai hyvin tarkasti ja välillä epäonnistuen, kun monimutkaista kokonaisuutta onkin ymmärretty jotenkin väärin.

Concrete works in practice, but can we make it work also in theory?

The stir that the quality deficiencies of concrete caused some years back started extensive studies in order to establish the scope and the cause of the problems and to rectify the situation. The studies have covered e.g. numerous structures, performance of additives, compaction and separation of concrete, reliability of strength analyses. It can now be concluded that it only took a handful of truly problematic projects to cause the stir. The Finnish Transport Infrastructure Agency, for example, had about one hundred bridges inspected and in only one case the requirements were not fulfilled.

The production of a concrete structure is a series of events consisting of several phases and involving many operators. A high number of operators and activities are needed, from the batching and dosing of components to mixing and transport, from pumping and casting to compacting and curing. If strength analyses of the finished structure are required, there will be several additional phases in the process.

Studies have revealed that matters are not in all respects what we have believed, thought or imagined them to be. The different process phases of concrete construction include a number of small inaccuracies. The granularity and moisture concrete of the aggregates vary, as do also the strength level of cement and the amount of air contained in concrete, as well as the degree of compaction. If drilled specimens are used to test concrete strength, there are several possibilities of inaccuracy involved also in the removal, handling and testing of the specimens.

When all the inaccuracies included in the production process of a concrete structure are summed up, it can easily give the impression that we do not manage the manufacturing process with sufficient accuracy. In practice, however, experience shows that day-to-day concrete construction activities run smoothly. In Finland, there have been no cases in at least 50 years where a building or structure of any notable size has collapsed due to weakness of concrete. In fact, concrete is quite a superior material in terms of structural safety.

Then how can extremely reliable structures be produced in a production process which appears unmanageable. There are probably many reasons. In addition to the relatively high safety coefficients, many of the assumptions made in the stress design of the structures are probably exceptionally conservative for concrete, and well on the safe side. In most concrete structures stresses acting on the structure naturally focus on the strongest points of the structure. A concrete structure is not a chain that will fail when its weakest link fails. It is more like a rug where the loads are divided in a rational manner between warps and woofs.

Building should also in the future be kept as simple and straightforward as possible.

Us starting to scrutinise even the smallest uncertainty factors related to the production and handling of concrete can be a threat. This can easily make the production process very complex. What it boils down to is whether we continue to construct concrete structures with minor inaccuracies but a high degree of reliability, or start to focus on small details and then sometimes failing when we misunderstand the complex overall process in some way.