

RALEJS TEPFERS,

ČALMERSA TEHNOLOĢISKĀS UNIVERSITĀTES
EMERITĒTAIS PROFESORS

Par betona elastības moduli

Lai noteiktu betona elastības moduli, parasti veic testus, izmantojot standarta betona cilindrus (augstums 300 mm un diametrs 150 mm). Cilindrus slogo zem spiedes un vertikālo deformāciju attīstību mēra uz to sāniem. Tomēr jāievēro, ka starp mašīnas tērauda slogojošām platēm un betona cilindru virsmām ir berze. Berze traucē cilindra augšējām un apakšējām daļām izplesties, kad cilindrs tiek slogots ar spiedi. Šie traucējumi rada cilindra sānu virsmu izlieci. Cilindra vidus augstumā uz sānu virsmām vertikālās spiedes deformācijas mērījumam izmanto elektriskās pretestības tenzometrus. Te jāievēro, ka nomērītā spiedes deformācija tiek samazināta par izlieces stiepes deformācijas lielumu, līdz ar to totālā uzmērītā deformācija kļūst mazāka, nekā tai jābūt, ja nav berzes un virsmu izlieces. Šo izlieces deformāciju līdz šim, nosakot elastības moduli, neņem vērā, jo tā, domājams, ir bez ietekmes. Deformāciju samazinājuma efekts kļūst ievērojamāks vājākas stiprības betoniem, jo tiem ir lielāka stiepes stiprības attiecība pret spiedes stipriību. Elastības modulis šādiem mērījumiem kļūst lielāks salīdzinājumā ar to, kad dubultas teflona plātnes izmanto starp betona un slogojošām tērauda platēm, lai likvidētu berzi. Līdz ar to elastības modulis normatīvos ir mazliet par lielu, un tas īpaši varētu apdraudēt stabilitātes noteikšanu kolonnām.

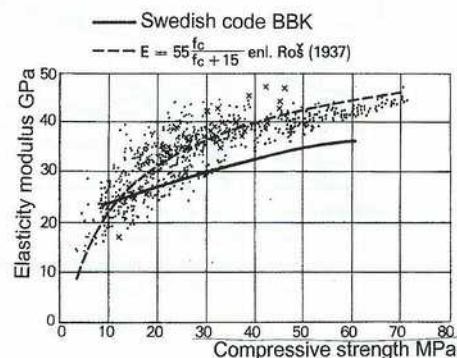
Betona elastības modulis

Normatīvos elastības modulis betonam ir pamatots ar testiem, ko apkopojis M. Rošs, strādājot «Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt», EMPA, Čirihē, jau 1937. gadā [1]. 1. att. redzama Roša noteiktā elastības moduļa atkarība no betona spiedes stiprības. Par paraugiem tika izmantoti betona cilindri vai prizmas. Attēlā iezīmēta Zviedrijas BBK betona normatīvu likne, bet mērīšanas rezultātu izklāde saistīta ar dažādu tipu grants un šķembu, kā arī pārbaudītā betona sablīvēšanas tehnoloģiju variācijām.

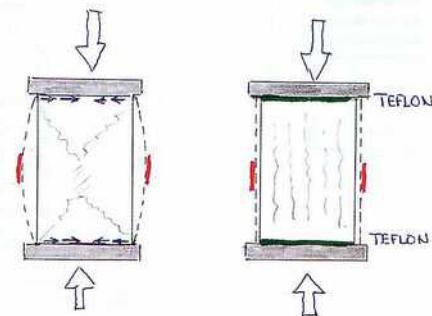
Berzes ietekmi uz cilindru sānu virsmu izlieci ievēroja zinātnieks Rousakis [3], veicot testus ar CFRP aptīta betona cilin-

driem. Tika secināts, ka berze starp betona cilindru galiem un tērauda slogojamām platēm deformēs cilindrus, kā parādīts 2. attēlā kreisajam cilindram, kas ietekmē apskatīto CFRP ieslēguma efektu. Iespējams novērot, ka CFRP šķiedru lūzums noticis cilindra vidū, tur, kur cilindru sānu virsmu izliece ir lielāka. Testa laikā sabrukums rodas ātrāk, nekā tas notiek kolonnā, kur tādas virsmas izlieces nav.

Veikti testi arī ar betona noguruma pētījumiem [4]. Tie bija nepieciešami, lai pētītu betona nogurdināšanu mainīgu slodžu apstākļos, kādas rada viļņi, slogojot betona naftas platformas Ziemeļu jūrā (3. attēls). Ir grūti atrast veidu, kā mainīgās slodzes ietekmi varētu ietvert formulā. Viens veids, kā to veikt, ir noteikt nepieciešamo slodzes enerģiju sabrukuma izraisīšanai. Lietojot standarta betona cilindrus šiem testiem, bija nepieciešams novērst berzi starp betona cilindru galiem un slogojošām tērauda platēm. Ja to varēja izdarīt, tad cilindram bija vienkāršotas deformācijas, spiedes deformācija un vienmērīga izplešanās deformācija. Tika veikti dažādu starpliku materiālu pētījumi, kas varētu novērst berzi starp cilindra galu un tērauda slogojošo plati. Labākos rezultātus uzrādīja dubultas teflona plātnes kā starpliku materiāls, kuras gandrīz pilnīgi likvidēja berzi. Tāpēc, izmantojot pieredzi no pētījumiem [4], starp betona virsmām un tērauda platēm tika izmantotas dubultas teflona plātnes, kas mainīja spiedes sabrukuma izskatu cilindram no konusu izveides galos ar bīdes ietekmi uz vertikālām stiepes plaisām visā cilindra garumā. Vertikālās plaisas visā cilindra garumā nozīmē, ka berze nav cilindra slogotajās virsmās. Spiedes sabrukums īstenībā ir stiepes sabrukums šķērsvirzienā pret spiedes slodzes virzienu, sk. 3. un 4. att. Saspiesta betona cilindra paplašināšanās sadalījums, spiežot ar dubultām teflona plātnēm, tika mērīts ar elektriskās pretestības tenzometriem [4]. Tika konstatēts, ka cilindra izplešanās zem spiediena ir vienmērīgi sadalīta cilindra augstumā (5. attēls), tāpēc varēja secināt, ka dubultas teflona plātnes noņem berzi starp betona cilindru galiem un slogojošām tērauda platēm.



1. attēls. Testus apkopojis M. Rošs, EMPA, Čirihē, 1937. g. [1] un [2].



2. attēls. Berze rada saspiestu cilindra vertikālo virsmu izlocīšanos. Izliekšanās rada stiepes deformāciju, kas samazina nomērīto spiedes deformāciju (cilindrs pa kreisi). Bez berzes sabrukuma plaisas kļūst vertikālas (cilindrs pa labi) un nav izlieces līdz pat sabrukumam.



3. attēls. Cilindri pēc spiedes sabrukuma. Kreisais attēls ar berzi (slogotā cilindra virsma bez plaisām, jo ir berzes saturēta), labais – ar dubultām teflona plātnēm, kuras novērš berzi (slogotā virsma izjukusi, jo nav berzes saturēta) [3].