

Rabotnov, Jn.N., Creep Problems in Structural Members.  
North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1969. 822 s.  
Hinta n. 210 mk.

Kirja on käännös 1966 ilmestyneestä venäjänkielisestä alku-  
teoksesta ja on ehkä laajin insinööritasolla liikkuva viskoelasti-  
suusteorian ja termoviskoelastisuusteorian probleemoja käsittelevä  
teos. Mielestäni kirja ensisijaisesti sopii käsikirjana käytettäväk-  
si, joskin siitä tai jopa sen erillisistä luvuista voi opiskella  
viskoelastisuusteorian eri aloja. Teoksen kolme ensimmäistä lukua  
ovat nimittäin varsin yleisiä sisältäen matemaattiset esitykset  
jäykkien kappalten mekaniikan, plastisuusteorian ja lineaarisen  
viskoelastisuusteorian perusteista. Lisäksi kirjan teksti on usein  
paikoin varsin oppikirjamaista. Toisaalta, ehkä teoksen mahtavan  
asiasisällön vuoksi, oppikirjalta edellytettävä esityksen yksinker-  
taisuus ja johdonmukaisuus on jäänyt saavuttamatta. Lisäksi esitys-  
tä havainnollistamaan tarkoitettuja yksinkertaisia esimerkkejä on  
niukasti.

Erilaisten kappalten (tai rakenneosien), kuten sauvojen,  
palkkien, ohutseinäisten sauvojen, laattojen ja kuorien, analysoi-  
mista on käsitelty sekä lineaaristen että epälineaaristen virumis-  
teorioiden pohjalta. Metallien virumista eri lämpötiloissa sekä  
aineen myötölujenemisen ja vanhenemisen vaikutusta siihen on tar-  
kasteltu varsin laajasti. Betonille soveltuvaksi esitetään Arytyuny-  
anin virumisteoria. Edelleen on käsitelty geometrisesti epälineaari-  
sia tapauksia, mm. sauvan virumisnürjahdusta. Mitään yleisempää eri  
aineille soveltuvaa epälineaarista teoriaa ei kuitenkaan ole esitet-  
ty, vaan esitetyt aineiden konstitutiiviset yhtälöt ovat niitä tun-  
nettuja tyyppisiä, joihin ajan mittaan on (lähinnä empiiristä tietä)  
tultu.

Kirjan esitystapa on kohtalaisen matemaattista. Yleisissä 3-dimensioisissa tapauksissa käytetään tensorimerkintöjä, mutta yksinkertaisempiin tapauksiin voi perehtyä niitä tuntematta.

Allekirjoittaneelle teoksesta on jäänyt jossakin määrin sekava kuva. Tämä johtuu mahdollisesti siitä, että useissa kohdin teoria, sovellutukset ja numeeriset menetelmät (joita kylläkin on varsin niukasti) on esitetty toisistaan erottamatta. Toisaalta tämä voi ehkä miellyttää lukijaa, joka lähestyy probleemoja käytännön puolelta. Joka tapauksessa teos on jo laaja-alaisuutensa ja sisältämänsä suuren tietomäärän vuoksi tervetullut lisä viskoelastisuusteorian probleemoja käytännön tasolla käsittelevien kirjojen harvalukuiseen joukkoon.

Pauli Jumppanen

Selna, L.G., A Concrete Creep, Shrinkage, and Cracking Law for Frame Structures. Journal of American Concrete Institute, 1969, October. pp. 847-848. An ACI Digest Paper.

Artikkeli on julkaistu niin sanottuna "digest paper":ina, joka merkitsee sitä, että lehdessä on julkaistu ainoastaan jonkinlainen johdatus artikkeliin ja asiasta enemmän kiinnostuneet voivat tilata koko artikkelin lehden toimituksesta. Tässä tapauksessa on lisäksi vielä artikkelin toinenkin, 21 konekirjoitussivua ja 8 kuvasivua käsittävä osa ymmärrettävä lyhyeksi yhteenvedoksi erittäin laajasta tutkimuksesta.

Artikkelissa on kuvattu menetelmä teräsbetonirakenteiden pitkäaikaiskäyttäytymisen määrittämiseksi. Tutkimuksessa rajoitutaan

käsittelemään yksiaksiaalisia jännitystiloja, taivutusta ja normaali voimaa. Betonin kutistuma on oletettu lämpötilasta ja jännityksistä riippumattomaksi. Betonin hiipuma on otaksuttu lineaariseksi, ts. samanikäistä betonia kuormitettaessa sekä heti tapahtuvat että ajan mukana syntyvät muodonmuutokset ovat jännityksiin verrannolliset. Hiipuman ns. ydinfunktiona on käytetty hiipumakokeiden tuloksiin sovitettua sopivasti muodostettua eksponenttifunktioiden summaa, joka sisältää myös kuormitusiän vaikutuksen. Halkeaman on otaksuttu muodostuvan betoniin, kun vetojännitys jossain pisteessä nousee yhtä suureksi kuin betonin iästä riippuva vetolujuus. Kuormitusten ja muodonmuutosten vaihdellessa ajan mukana halkeama saattaa sulkeutua, jolloin sen kohdalle voi syntyä puristusjännityksiä, mutta ei vetojännityksiä. Halkeamien tietokonekäsittelyn helpottamiseksi käytetään muodostuneiden halkeamien kohdalla erikoista halkeaman muistikerrointa, jonka arvo puristusjännityksille on yksi ja vetojännityksille nolla. Tutkimuksen päämääränä on seurata rakenteen koko muodonmuutos- ja jännityshistoriaa betonin hiipuesssa ja kutistuessa, kuormituksen ja lämpötilan muuttuessa ja betonin mahdollisesti halkeillessa.

Laskumenetelmänä on käytetty integrointia askelittain pienten aikavälien  $\Delta t$  yli. Tämän ns. step-forward integroinnin suorittamista varten jännityksistä riippuvien muodonmuutosten ja jännitysten välinen yhteys on esitetty viskoelastisuusteoriassa tunnetulla Volterran integraaliyhtälöllä, jota askelittain integroimalla saadaan laskettua kutakin askelta vastaava muodonmuutoksen muutos  $\Delta \epsilon$ .

Menetelmällä on laskettu joitakin esimerkkejä, joiden lähempää käsittelyä artikkelissa ei ole selostettu, vaan on tyydytty antamaan lopputulokset, joita on verrattu muiden viskoelastisuusteoriassa käytettyjen likimenetelmien antamiin tuloksiin, nimittäin tehollisen kimmomodulin käyttöön perustuvaan menetelmään eli hiipuma-

## Kirjallisuutta

---

lukumenetelmään ja hiipuma-askelmenetelmään sekä koetuloksiin. Esimerkkinä on käsitelty portaittain muuttuvasti kuormitetun betoniprisman muodonmuutosta ja kolmikenttäisen teräsbetonisen portaalikehän muodonmuutoksia ja voimasuureiden jakaantumista, joista on kuvina esitetty mm. kehän nurkkamomentti ajan funktiona (kuormitus ei ole vakio). Laskelmia varten rakenne on jaettu osiin, joita on käsitelty erikseen siten, että yhteensopivuus- ja tasapainoehdot toteutuvat osien liitoskohdissa. Laskelmien käytännöllistä suorittamista varten on jouduttu laatimaan erittäin laaja tietokoneohjelma. Kumpaakaan toimenpidettä artikkelissa ei ole selostettu. Sen sijaan on myöhemmin julkaistu Journal of the Structural Division -lehdessä December 1969 pp. 2743-2761 artikkeli, jossa nämä puuttuvat osat on selitetty.

Artikkelin esitystapa on selkeä. Sen ymmärtäminen vaatii tiiviin esitystavan vuoksi lukijalta jonkin verran tietoja viskoelastisuusteoriasta. Artikkelin päämerkitys onkin nähdäkseni siinä, että siinä osoitetaan, että niinkin monimutkaisia ilmiöitä kuin betonirakenteen hiipumista ja halkeamista ajan ja ympäristöolosuhteiden funktiona voidaan vaivatta käsitellä analyttisesti, jos erikoisesti keskitytään esittämään probleema ja sen ratkaisu tietokoneelle sopivassa muodossa.

Artikkelia voidaan suositella luettavaksi henkilöille, jotka työskentelevät betonirakenteiden hiipumisen ja kutistumisen kanssa tai viskoelastisuusteorian harrastajille sekä tietokoneen sovellutusalueiden etsijöille.

Pekka Kanerva