

SOVELLUSOHJELMA LIITTOPALKKISILLAN SUUNNITTELUUN

Teemu Anttila

Lusas-sovellusohjelma liittopalkkisillan kolmiulotteisen laskentamallin tekemiseksi ja liikennekuormien sijoittamiseksi

Valvoja: **Professori Aarne Julita**

Ohjaaja: **Diplomi-insinööri Ismo Rasinaho, Rautaruukki Oyj**

Nykyiset liittopalkkisiltojen suunnitteluohjelmat perustuvat palkki- ja arinateorioilla laskettujen voimasuureiden käyttämiseen rakenteen analysoinnissa. Ohjelmissa on puutteita kuormien, väännön, vaakakaarevuuden, kotelopoikkileikkauksen ja rakennetta jäykistävien ristikoiden käsittelyssä. On selkeä tarve liittopalkkisillan suunnitteluohjelmalle, jonka avulla suunnittelija voi tehdä helposti ja joustavasti sillan mitoituslaskelmat.

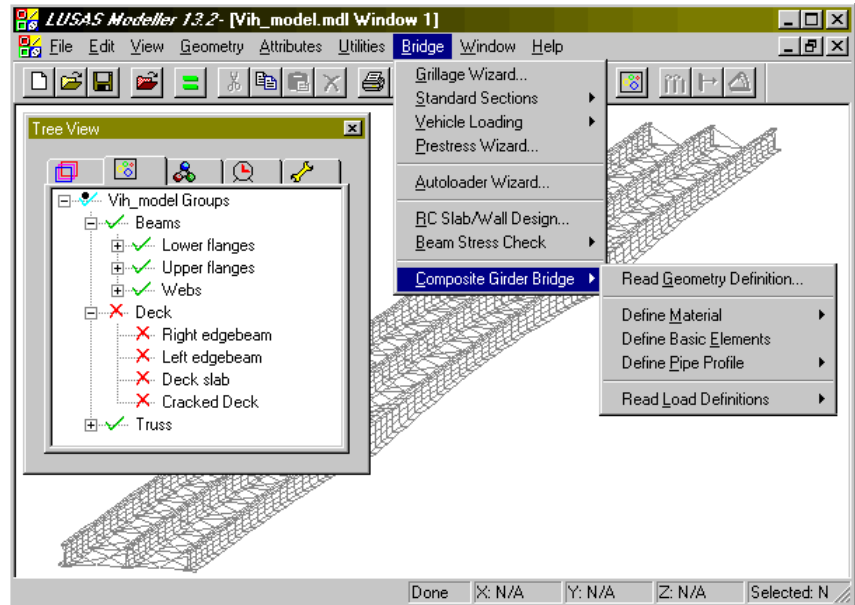
Teemu Anttilan diplomityönsä yhteydessä tekemä liittopalkkisillan suunnittelun sovellusohjelma perustuu kolmiulotteiseen laskentamalliin, jossa teräsbetoninen kansi ja palkkien teräslevyt mallinnetaan kuorielementeillä ja jäykistysristikot palkkielementeillä.

Sovellusohjelma on integroitu Lusas Modeller -esi- ja jälkikäsitteilyä käyttäen. Lusas on englantilaisen Finite Element Analysis Ltd:n elementtimenetelmäohjelmisto, joka mahdollistaa sovellusohjelmien kirjoittamisen Visual Basic Scripting -ohjelmointikielellä. Sovellusohjelma on joukko Lusas-in käyttöliittymää täydentäviä toimintoja, jotka perustuvat ohjelmaskripteistä Lusas Modelle- rille annettaviin komentoihin.

Sovelluksen käyttäjä määrittelee rakenteen geometrian ja liikennekuormat tekstitiedostoon

Sovellusohjelma tekee käyttäjän kirjoittaman lähtöarvotiedoston perusteella laskentamallin geometrian, joka koostuu sillan kantta ja teräspalkkeja kuvaavista pisteistä, viivoista ja pinnoista. Geometrian laskenta perustuu vektorilaskentaan. Viivojen määrittelyn yhteydessä niille määritellään elementtiverkon tiheys ja pinnoille sijoitetaan tieto kuorielementtien paksuudesta.

Käyttäjä täydentää laskentamallin määrittelemällä elementtityypit, materiaalit ja tuennat. Käyttäjän tulee tallettaa laskentamallista eri versiot kansilaatan omapainon, kutistuman sekä pitkä- ja lyhytaikaiskuormien laskentaa varten, koska niissä käytetään betoniselle kansilaatalle erisuuria kimmokertoimia. Lusas Modeller mahdollistaa useiden laskenta-ajojen tulostiedostojen avaamisen yhtäaikaan ja niiden käyttämisen kuormitusyhdistely-



den tekemiseen.

Kun rakenteen laskentamalli on valmis, käyttäjä voi lisätä sovellusohjelman toimintoilla mallitiedostoon Tielaitoksen Siltojen kuormat -ohjeen mukaiset liikennekuormat.

Esimerkkikohteet

Sovellusohjelmaa käytettiin kahden liittopalkkisillan laskentaan, joista toinen oli suora kolmipalkkinen I-palkkisilta, jossa palkit olivat parabolisesti viistetyt ja toinen vaakatasossa kaareva kotelorakenteinen liittopalkkisilta. Molempien esimerkkisiltojen rakennemalleissa käytettiin jäykistysristikoita. Laskennan tuloksia verrattiin insinööri-toimisto FEMdata Oy:n laskentaohjelmilla suoritettuihin palkkielementtimallin mukaisiin laskelmiin. Erityyppisillä malleilla laskettujen tulosten todettiin vastaavan varsin hyvin toisi- aan.

Kuorielementtimallin vahvuudet

- Kuorielementtimallia käytettäessä ei tarvitse suorittaa työlästä poikkileikkaussuureiden laskentaa.
- Kuorielementtimalli ottaa automaattisesti huomioon estetyt ja vapaan väännön sekä vääristymisen.
- Kuorielementtimalli ottaa huomioon leikkausviiveilmiön. Tämä koskee kansilaatan lisäksi myös palkkien te-

räslevyjä.

- Kuorielementtimallissa voidaan rakenteen yksityiskohdat mallintaa tarkemmin kuin palkkimallissa.
- Elementtien jännitykset ja muodonmuutokset voidaan tulostaa koko rakennemallin alueelta (ei poikkileikkaukskohtaisesti).
- Samasta laskentamallista saadaan kansilaatan taivutusmomentit pituus- ja poikkitaivutusmomentit.
- Jäykisteristikoiden mitoitettavat voimasuureet saadaan samasta laskentamallista.
- Tuettu rakentamistapa on mahdollista ottaa huomioon lisäämällä rakennus- aikaisia tukia vastaavat tuennat oman painon laskenta-ajoon.
- Laskentamallista saadaan jännitysten vaihteluväli väsyty- ja stabiiliusmitoitusta varten.

Kuorielementtimallin heikkoudet

- Laskentamallin tekeminen on hitaampaa palkkimalliin verrattuna.
- Laskentamallin ratkaisuun kuluu tietokoneaikaa useita minutteja kuormitustapausta kohti.
- Laskelmissa esitettävien yhteenvetotietojen etsiminen tulostiedostoista on melko hidasta.