

KIINNITYSLEVYJEN MITOITUS TYSSÄTARTUNNOILLA

Suomen Betoniteollisuuden Keskusjärjestö SBK teki 1970-luvun lopulla kiinnityslevyistä standardivalikoiman, jonka valmistuspiirustukset ja laskelmat olivat kaikkien vapaasti käytettävissä. Tartuntoina käytettiin joko tyssätyjä pyörötankoja (SBKL) tai harjatankoja (KL). Tyssätartuntojen mitoitus vedolle tehtiin amerikkalaisen standardin perusteella /1/ ja normivertailusta tehtiin diplomityö /2/. Leikkauskestävyys määritettiin siirtymärajatilan mukaan (siirtymä 0,012 x tapin halkaisija) soveltamalla Hojlund Rasmussenin kokeellisesti kehittämää laskentakaavaa, varmuus murtoon siirtymäkaava käyttämällä on luokkaa 3 /3/. Tätä nk. tappikaava on käytetty useissa suunnitteluohjeissa /4/.

Betonin kutistuma ja levyn mahdollinen käyristymä hittäessä huomioitiin siirtämällä kaikki kuormat tartunnoille. Mitoitus tehtiin raudoittamattomalle betonirakenteelle, tyssätapin mitat ja reunaetäisyydet valittiin niin että lävistys-, reunan lohkeamis- ja kampeamismurrot estettiin /5/, /6/.

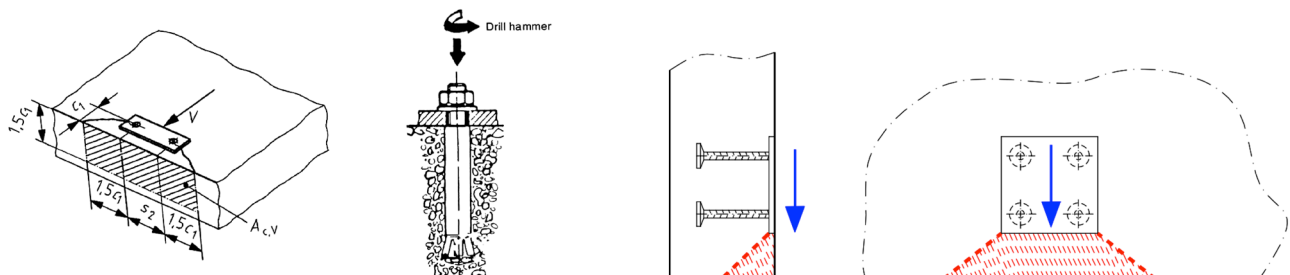
Ensimmäiset tyyppikokeet vakiokiinnityslevyille tehtiin 1981 /7/. Kokeet tehtiin kiinnityslevyille ohjeiden mukaisilla betonilaatan paksuuksilla, reunaetäisyyksillä ja pieli-raudoituksilla. Tulosten perusteella pienennettiin pienten SBKL levyjen veto- ja leikkauskestävyksiä, korjattiin reunaetäisyysohjeita ja vaadittiin perusraudoitus sitkeän murren varmistamiseksi.

Vaikka levyn puskuvoimaa ei leikkauskestävydessä

lasketa mukaan tulee se kuitenkin huomioida rakenteen reunalla, jossa teräslevyn reunalta lähtevä murtokartio jää varsin pieneksi ja suojabetoni voi lohjeta pois (kts. kuva). Tyssätartunta siirtää leikkausvoimaa betonin reunapuristuksen kautta, mikä aina vaatii sivusiirtymän. Halkeamakoona analysointi lähellä rakenteen reunaa puutteellisella lisäraudoituksen ankkuroinnilla voi siten olla haastavaa. Tämän voi välttää käyttämällä kiinnityslevyä jossa esim. harjatankotartunta on hitsattu voiman suuntaisesti, sivusiirtymä voidaan nyt määrittää suoraan tangon venymästä.

1980 puolella välissä Rakentamismääräyskokoelman osaan B4 (Betoninormit) lisättiin betoniin ennen sen kovettumista asennettaville teräosille käyttöseloste-vaatimus ja pakollinen laaduntarkastus. Betoniyhdistys, joka varmensi käyttöselosteet, siirtyi 1990-luvun lopulla murtokartiolaskelmissa projektio pinta-alojen käyttöön (ACI-normi) ja nykymallin mukainen mitoistapa esitettiin vuonna 2005 /8/.

Saksassa tehtiin 1980-luvun alussa runsaasti koe-kuormituksia jälkikiinnitysankkureille. Näistä tuloksista laadittiin CE-merkintää varten koekuormituksiin perustuva ohje ETAG 001 /9/. Tyyppikokeet tehdään yksittäiselle ankkurille raudoittamattomassa betonissa ja jokainen ankkuriryhmä mitoitetaan annetuilla murtokartiokaavoilla. Jälkikiinnitysankkureille laaditusta ohjeesta on nyt tehty normiesitys joka käsittää myös betoniin ennen sen kovettumista asennettavat tyssäankkurit /10/.



Suomalainen koetus

Keski-Euroopassa ei betonielementtien käyttö ole samassa mittakaavassa kuin Suomessa, joten uudessa ohjeessa on puutteita.

- Porattuun reikään asennettu ankkuri siirtyy sivusuunnassa kunnes ankkuri tukeutuu betoniseinämään ja pystysuunnassa ankkuri liukuu väljässä reiässä. Kokeissa lyhytaikainen leikkauskestävyys saavutetaan siten sivusiirtymällä 1,5 mm ja vedossa sallittu tapin suuntainen siirtymä on 0,9 mm. Suunnittelijan pitää huomioida nämä suuret siirtymät niin että käyttörajatilassa saavutetaan vaaditut halkeamakoot.
- Jälkikiinnitysankkurilla kiinnitetty teräslevy sijoittuu betonipinnan päälle, ei betonin sisään.
- Pakollisena kokeena on ulokkeellinen ankkuri, ei kiinnityslevyn alle voida sallia tällaista "rotanpesää"
- Jälkikiinnitysankkurille raudoittamattoman betonin käyttö on luonnollista, kun koskaan ei etukäteen tiedä mihin ankkuria tarvitaan. Ennen betonin kovettumista asennettava ankkuri suunnitellaan aina huomioiden kiinnitys-alustan raudoitus.
- Raudoitusohjeissa ei käsitellä betonilaatan lävistystä.

Kiinnityslevyjen valmistuksessa on vaatimuksena aina ollut että tartunta hitsataan niin että saavutetaan sitkeä murto ja mikään uusi valmistustapa ei tätä vaatimusta muuta. Jos vakiolevyjen kestävyudet ovat 1980-luvun kokeissa perustuneet betonimurtoihin niin sama pätee

tänä päivänä, mitään lisäkestävyyttä ei ole saatavissa ilman haitallisia käyttörajatilan siirtymiä. Liitoksen sitkeä murtotapa ja käyttörajatilan vaatimukset tulee huomioida suomalaisten suunnitteluohjeiden mukaisesti /11/.

Vuonna 1992 Anstar toi markkinoille tyssätyn harjatankotartunnan. Kiinnitys-alustan raudoitusohjeet ja reunaetäisyydet, jolla lisäraudoitukselle saadaan riittävä ankkurointi on annettu tuote-esitteissä (peruspultit: ATP, ALP-L, AET, AMP, kiinnityslevyt: AKL, JAL, AKLP, AKLJ).

Muita kiinnityslevyn mitoittamiseen liittyviä seikkoja:

Kiinnityslevyt ovat rakennesuunnittelijalle usein "pakollista" lisätyötä ja siksi hitsiliitokset on usein määritetty ylisuurina – varman päälle. Mitä suurempi hitsi, sitä suurempi on lämpöenergia joka levyllä siirretään. Ruotsissa kiinnityslevyt olivat ennen vanhaa aina 15 mm paksuja jotta levyjen lämpölaajeneminen olisi hallinnassa. Perustuselementeissä, pikkulevyillä ja pienillä reunaetäisyyksillä, voi Suomessa usein nähdä halkeamia jotka ovat syntyneet lämpölaajenemisesta. Ruostumaton levy on tässä mielessä vielä hankalampi, tummuneet hitsauskohdat tulisi myöskin jälkikäsitellä ruostealumien välttämiseksi. Nk. ruostumattomat levyt tehdään "mustilla" tartunnoilla jolloin eri materiaalien välille muodostuu galvaaninen pari. Galvaaninen korrosio edellyttää että molempia materiaaleja yhdistää elektrolyytti, esim. sadevesi. Halkeamattomaan betoniin täysin upotettu hiiliteräs passivoituu eikä korrosiovaaraa ole /12/.

/1/ PCI Design Handbook, Precast and Prestressed Concrete. Prestressed Concrete Institute, Chicago 1972

/2/ Markku Laine: Suomalaisen teräsbetoninormien ja ACI-normien laskentaperusteiden vertailu, DI-työ, TTK 1976

/3/ Rybicki: Abscherbelastung einbetonierter Bolzen. Bau-Bauindustrie 4/1971

/4/ Betonielementtien liitokset ja saumat. VTT tutkimuksia 316 (1984) Suunnittelun sovellusohjeet. by 16

/5/ Code Requirements for Nuclear Safety Related Concrete Structures American Concrete Institute, ACI 349-76

/6/ Jussi Korpilo: Ohuiden betonirakenteiden tyssätappikiinnitysten lujuus DI-työ, TTK 2009

/7/ VTT tutkimuslaskelma BET111986 (1981)
VTT tutkimuslaskelmat BET 26431 ja 32777 (1982)

/8/ Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2005 by 210

/9/ Guideline for European Technical Approval of Metal anchors for use in Concrete. ETAG 001, edition 1997. www.eota.be

/10/ Design of fastenings for use in concrete FprEN 1992-4 (versio 12.2017)

/11/ Betonirakenteiden suunnitteluohje RIL 202-2011 kohdat 7 ja 10.9.4

/12/ Ruostumattomat teräkset kosketuksissa muiden metallisten materiaalien kanssa. Materiaalit ja niiden käyttösovellukset, julkaisu 10. Euro Inox, 2011