
fib Bulletin 110 over het beheer van bruggen met nagerekt voorspanstaal



Eind 2023 verscheen fib Bulletin 110 'Management of post-tensioned bridges'. Dit rapport behandelt, verdeeld over zes hoofdstukken, de aspecten die komen kijken bij het beheren van bruggen met nagerekt voorspanstaal.

Steeds meer bruggen verkeren in slechte staat, waardoor twijfels ontstaan over de constructieve veiligheid. Bruggen met nagerekt voorspanstaal, kortweg 'PT-bruggen' (*post-tensioned bridges*), vragen daarbij extra aandacht, te meer omdat veel bruggen zijn gebouwd toen deze techniek nog volop in ontwikkeling was. Veel bruggen uit de jaren 50, 60 en 70 bereiken nu het einde van de levensduur en actie is vereist. Er is echter een gebrek aan goede richtlijnen over het inspecteren van dit soort bruggen. Dat was aanleiding voor *fib* om hier een bulletin voor op te stellen: *fib* Bulletin 110 'Management of post-tensioned bridges'. Hierin wordt een overzicht gegeven van de laatste stand van zaken op het gebied van inspecties van PT-bruggen en hoe dit is vastgelegd in richtlijnen in diverse landen. Het bulletin is vooral bedoeld als hulpmiddel voor de landen waar hier nog geen goede richtlijnen voor bestaan en die een groeiend aantal bestaande bruggen hebben waarvan de toestand onbekend is.

Het startpunt van het bulletin was een onderzoek uitgevoerd door NEXCO (Nippon Expressway Research Institute Company, Japan) in 2016 [1] met een samenvatting hoe in verschillende landen werd omgegaan werd met inspecties en beheer.

Introductie

Het bulletin start met een introductie, waarin kort wordt ingegaan op de ontwikkeling van PT-bruggen en de ervaringen van diverse

auteurs



**IR. JASPER
DOORGEEST**

Technisch Adviseur
Betonnen Bruggen
Rijkswaterstaat Grote
Projecten en
Onderhoud (GPO)



IR. EDO VONK

(voormalig) Technical
Center Manager
VSL International



**IR. ROB
VERGOOSSEN**

Expert Bruggen
Royal HaskoningDHV
Voorzitter van *Stufib*
vaste commissie *fib*

landen ten aanzien beheer en onderhoud. Na een kort historisch overzicht van 'de ontdekking' van het concept, volgt een vogelvlucht van mooie constructies die kunnen worden gerealiseerd maar ook van de schade die kan ontstaan door slechte uitvoering of gebrekkig onderhoud. Een terugkerend voorbeeld is het probleem met de corrosiebescherming van de voorspankabels.

Huidige praktijken voor beheer

Na de introductie wordt kort ingegaan op hoe diverse landen omgaan met inspectie, monitoring, beoordeling van sterkte en de eventuele standaarden die zij daarvoor hebben ontwikkeld. Dit wordt kort en bondig weergegeven in een tabel.

Risico's

Risicomanagement bij PT-bruggen is een ander onderwerp waar landen verschillend mee omgaan. Het bulletin gaat in op de methodes die in het Verenigd Koninkrijk en in Frankrijk worden toegepast. Zo gebruikt het Verenigd Koninkrijk risicomanagement gebaseerd op bureauonderzoek en een risicoanalyse van het kunstwerk. Een risicoscore bepaalt de prioriteit die de brug krijgt. Deze score wordt gebaseerd op de factoren: leeftijd, vorm, kwetsbare details en materialen, conditie en gevolg.

Frankrijk hanteert een strategie die in 2013 is gepubliceerd door S etra [2]. Onderdeel daarvan is de beoordeling van gevaren en kwetsbaarheden. Op basis daarvan worden monitorings- en reparatiestrategie en →

FIB BULLETINS

Een aantal maal per jaar publiceert *fib* international een *fib* Bulletin. Dit zijn verschillende rapporten met bijvoorbeeld aanbevelingen, ontwerphandleidingen of state-of-the-art kennis over een specifiek onderwerp. Van de voor *Cement*-lezers meest relevante rapporten publiceren we een samenvatting, in samenwerking met de vaste commissie *fib* van *Stufib*.

VASTE COMMISSIE FIB

Om de link tussen *Stufib* en *fib* te stimuleren is binnen *Stufib* in 2022 de vaste commissie *fib* opgericht. Deze commissie volgt de ontwikkelingen binnen *fib* en informeert de *Stufib*-leden daarover. Ze inventariseert en selecteert onderwerpen waarvoor samenwerking kan worden opgezocht. Ook bewaakt ze de samenwerking tussen *Stufib*-studiecellen en *fib* Task Groups.

Zitting in de commissie hebben:

- dr.ir. Agnieszka Bigaj-Van Vliet
- ing. Ab van den Bos
- ir. Henco Burggraaf (namens bestuur *Stufib*)
- ir. Jasper Doorgeest (secretaris)
- ing. Ronald Klein-Holte
- ir. Thijs Pierik
- ir. Rob Vergoossen (voorzitter)
- dr. Mauro Poliotti

AANKONDIGING

Bij de *Stufib* lezingenavond van 17 september 2024 wordt een lezing gehouden over 'Management of post-tensioned bridges'. Houdt de website van *Stufib* in de gaten: www.stufib.nl.



gekozen. Gevaren worden geïdentificeerd en gescoord. Kwetsbaarheden worden onderzocht door diverse scenario's te beschouwen (zoals schade door een aardbeving) en door voor deze scenario's de draagkracht te bepalen. Er wordt daarbij gekeken naar de ontwerpbelastingen met het ontwerpdwarsprofiel en de huidige ontwerpbelastingen, zowel met het huidige dwarsprofiel als een gereduceerd dwarsprofiel, gecombineerd met civiele en militaire belastingen alsmede beperkingen van het gewicht tot 19, 12 en 3,5 ton per voertuig. De uitkomsten worden gebruikt om een robuustheidsindicator te classificeren. Tot slot worden problemen beoordeeld zoals schade door menselijk toedoen en de economische en maatschappelijke gevolgen daarvan.

Inspectie

Een belangrijk onderdeel van beheer is inspecteren. In een apart hoofdstuk wordt een

uiteenzetting gegeven van verschillende inspectietypes en van punten waaraan een goede inspectie moet voldoen. Er wordt een lijst met punten besproken waaraan bij een inspectie aandacht moet worden besteed. Diverse veelvoorkomende schadepatronen passeren de revue.

Onderzoeken

In het meest omvangrijke hoofdstuk worden onderzoeksmethodes toegelicht, speciaal gericht om de conditie van de voorspanning in kaart te brengen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen niet-destructieve methodes en destructieve methodes. De methodes worden basaal toegelicht voor zowel inwendige als uitwendige voorspanning. Denk hierbij aan technieken op basis van magnetisch veld, potentiaalmetingen, radar, röntgen en warmtedetectie. Daarbij wordt ook een doorkijk gegeven naar methodes die momenteel in ontwikkeling zijn, zoals

LEESTIPS UIT CEMENT EN BETONIEK

Naast de 116 referenties in het bulletin, verschenen er in *Cement* en *Betoniek* ook al diverse artikelen over nagerekt voorspanstaal. Hieronder enkele leestips:

- Veen, C, van der, Reststerkte bij onvolledig geïnjecteerde voorspankanalen. *Cement* 2008/5.
- Boone, P., Omvangrijke renovatie IJsselbrug bij Zwolle bijna gereed. *Cement* 1992/9.
- Klamer, E., Gulikers, J., Hondel, H. van den, Polder, R., Liggerkoppen kathodisch beschermd. *Cement* 2014/7.
- Lier, J. van, Pronk, M., Wijnen, P. van, Versterking kokerbrug bij Heteren. *Cement* 2013/4.
- Galjaard, H., Quansah, A., Uitwendige voorspanning in fly-over. *Cement* 2013/4.
- Meijer, R., Opwaarderen met externe voorspanning. *Cement* 2012/3.
- Munck, S. de, Lugtmeijer, C., Verweij, A., Winter, E. de, Externe voorspanning versterkt kunstwerken Eemnes. *Cement* 2008/5.
- Geel, J., Grundlehner, W., Vergoossen, R., Versterken bestaande bruggen door uitwendige voorspanning. *Cement* 2007/3.
- Rasooli, M., Keusters, G., IJsselbrug uitwendig versterkt 1 en 2. *Cement* 2006/6.
- *Betoniek* 12/18 - Voorspanning, september 2002.
- *Betoniek* 16/2 - Spannend beton, maart 2013.
- *Betoniek* 16/3 - Over spannend beton, april 2013.
- *Betoniek* 16/13 - Injecteren maar, juli 2015.

LITERATUUR

- 1 Collins, J., Joint Research project to identify inspection, examination and repair strategies for prestressed post-tensioned concrete bridges in Europe and North America, Interpretative report, Ramboll, 2016.
- 2 Analyse des risques appliquée aux viaducs à travées indépendantes en poutres précontraintes (VIPP), Sétro, November 2010.

impact echo, ultrasone echo en akoestische emissie. Bijzondere aandacht wordt besteed aan methoden om in situ de voorspanning in het staal te bepalen of de optredende spanningen in het beton. Onder andere de volgende technieken worden besproken: het vijzelen van voorspanankers, de kruisboogmethode, vibratie methode, directe rekmetingen en sleufspanningsbepaling.

Interventie

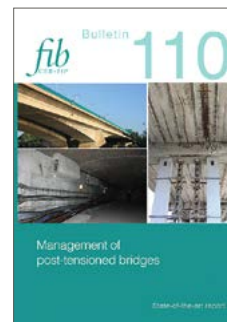
Na de risicobeoordeling, inspectie en onderzoeken is het soms nodig maatregelen te treffen. In het laatste hoofdstuk worden de diverse mogelijkheden hiervoor verkend. Variërend van een meer gedetailleerde beoordeling, monitoringsregimes, het verwijderen van belasting, reparaties, vervanging, versterking, tot aan vervanging. Iedere interventiemethode is voorzien van een korte beschrijving, opties en aandachtspunten.

Na het laatste hoofdstuk is er nog een mooie 'toegift' in de diverse bijlagen. Deze bestaan uit voorbeelden van een risico-assessment, een verzameling van reparatievoorbeelden uit de praktijk en een overzicht van typische schades in relatie tot voorspankabels.

Bondig naslagwerk

fib Bulletin 110 bevat een overzicht van actuele en relevante informatie over het beheren van bruggen met nagerekt voorspanstaal.

Beheerders van deze bruggen, constructeurs die deze bruggen beoordelen en ontwerpers hebben aan dit bulletin een bondig naslagwerk. Voor wie vervolgens de verdieping zoekt, zijn de nodige referenties opgenomen. ●



FIB BULLETIN 110

fib bulletin 110 'Management of post-tensioned bridges – state-of-the-art report' (november 2023) is geschreven door *fib* Working Party 1.1.5 (door o.a. Peter Paulík en Tohru Makita). *fib* WP 1.1.5 is onderdeel van *fib* Task Group 1.1 'Bridges'. Het bulletin is te koop op de website van *fib*.

