

Utmattningsförsök på skumbetong som lättfyllnadsmaterial.

Utdrag ur SP-rapport 94B4,5007

Allmänt

Vid Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP) avdelning Byggnadsteknik har på uppdrag utförts försök och utmattningsprovningar på vår ”skumbetong” (SENAD LWC). Syftet med provningarna har varit att undersöka materialets utmattnings-egenskaper, med en metod som liknar den Banverket använder. Skumbetongen kan utsättas för utmattning vid användning som lättfyllnad i järnvägsbankar eller vägbankar.

Banverkets provmetod innehåller krav på frekvenser, antal lastcykler, belastnings-nivå, provkroppsstorlek, m.m. Metoden innebär bland annat en maximal belastning av provkroppen på 0,12 MPa, vilket även anses vara den belastning skumbetongen utsätts för i järnvägsbankar. Normalt utsätts skumbetong i vägbyggnad endast för 0,04 MPa belastning. Vidare utförs provet efter en veckas vattenlagring av provkroppen och med provkroppen liggande i vatten under utmattningsprovningen. Vid utvärdering av försöken accepterar Banverket att provkropparna får deformeras 5% efter 2 miljoner lastväxlingar.

Resultat - Utmattning av skumbetong (Senad LWC)

Sammanlagt fyra utmattningsprov på 250 mm gjutna kuber utfördes. Densiteten för två av proven var ca: 500 kg/m³ och för två ca: 600 kg/m³. En sinusformad belastning motsvarande en varierande påkänning mellan 0,02-0,12 MPa pålades med frekvensen 1,2 Hz i 2 miljoner cykler. Inga brott i någon av provkropparna uppstod. Den maximala uppmätta deformationen efter avslutad provning var ca: 0,03 %, vilket är mycket lägre än Banverkets tillåtna deformation på högst 5%.

Teori - Utmattning av skumbetong (Senad LWC)

Om en konstruktion eller material utsätts för ett stort antal upprepade belastningar överstigande ett visst kritiskt minsta värde på spänningen blir brotthållfastheten mindre än vid engångsbelastning. Detta fenomen kallas utmattning. Förutom som rena brott i konstruktionen uppträder utmattningsfenomen, speciellt i betong-konstruktioner, oftare som stora deformationer eller onormal sprickbildning. Alla dessa utmattningsfenomen har dock samma grundläggande orsak, nämligen för stor upprepade påkänning i någon del av konstruktionen.

Utmattningshållfastheten (maximispänningen) för oarmerad betong vid 2 miljoner ($2 \cdot 10^6$) lastväxlingar är ca: 55-70 % av den statiska brotthållfastheten om minimi-spänningen är nära noll. Vid ett större antal lastväxlingar minskar utmattningshållfastheten endast marginellt.

Utmattning i betong är starkt kopplat till krympning i betong. Båda fenomenen styrs av ungefär samma fysikaliska beteende (långtidsdeformation). Det är därför naturligt att konstatera att belastning under ca: 60-70 % av statisk hållfasthet ej ger utmattningsskador. Detta är ju den nivå över vilken arbetskurvan för normal betong el längre är linjär, d.v.s. olinjära deformationer, t ex krympning uppträder.

Fenomenkopplingen mellan utmattning och (tidsberoende) krympning förklarar också stora delar av kurvformens inverkan vid utmattningsprovning. Ju längre tid en hög spänning belastar kroppen, desto större skada inträffar. En fyrkantformad belastningskurva ger följaktligen mer skada än en sinusformad belastningskurva (med samma frekvens och maxispänning). Se Fig.1.

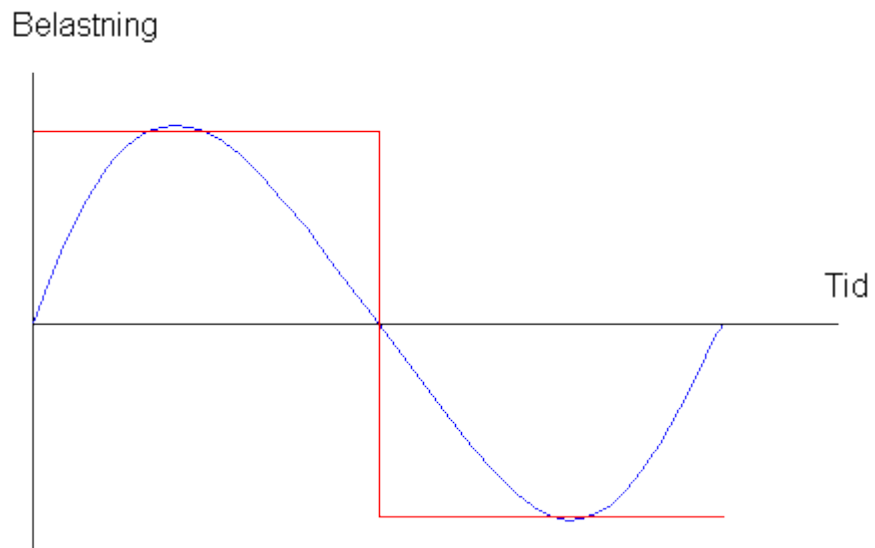


Fig. 1 Sinusformad våg resp fyrkantvåg

Ovan har redovisats vissa egenskaper beträffande utmattningshållfasthet för normal oarmerad betong. Lättballastbetong har i stort sett samma utmattningshållfasthet som betong med vanlig ballast, förutsatt att utmattningshållfastheten relateras till den statiska hållfastheten. Den här aktuella skumbetongen (Senad LWC) är en typ av annorlunda sammansättning. I brist på bättre provningsunderlag får tills vidare antas att även skumbetong har liknande utmattningsegenskaper som normalbetong, förutsatt att utmattningshållfastheten alltid relateras till statisk hållfasthet.

Den direkta maximalpåkänningen på skumbetong i undergrund i väg respektive järnväg uppskattas till maximalt ca: 8 respektive 20 % av den statiska hållfastheten hos skumbetong. Denna låga belastning torde därför, med stöd av ovanstående, ej kunna orsaka ett normalt utmattningsbrott i skumbetongen (Senad LWC).

Dynamisk provning av skumbetong (Senad LWC)

I vissa tillämpningar, t ex i järnvägsspår förekommer belastningar som till skillnad från vägbyggnad även är dynamisk natur, d.v.s. av typen stötbelastning. Intensiteten och omfattningen av dessa och deras påverkan på skumbetong som undergrund är dock relativt okänd.

Vid Banverket har emellertid utvecklats en provmetod för bestämningen av tryck-utmattningshållfastheten med en trapetsformad belastningskurva som har en mycket snabb stigtid, 0,01 sekund. Detta innebär att belastningskurvan nästan är ”fyrkantformad”, se Fig.1 ovan. En sådan snabb pålastning (stötbelastning) innebär att även snabba tryckvågor kan uppträda och fortplantas i provkroppen. Den transienta delen av belastningen genererar således ett frekvensband mellan 0 och $(1/0,01=)$ 100Hz och skulle möjligen kunna excitera provkroppens resonansfrekvens och därmed (för denna frekvens) innebära en förstärkning av pålagd kraft. Ett överslag av egenfrekvensen för här aktuell provkropp kan göras enligt ekvationen nedan.

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$