

Risken för skador hos betong utsatt för vibrationer i tidig ålder

Ett projekt som undersöker vibrationståligheten hos ung betong, särskilt med avseende på vibrationer från dynamiska belastningar av stöttyp.

Bakgrund

Det råder idag fortfarande relativt stor osäkerhet om de vibrationsnivåer som kan tolereras nära nygjuten betong. Detta leder ofta till att alltför konservativa gränsvärden används vid byggande, med merkostnader som följd. För de typer av dynamiska belastningar som kan verka på ung och hårdnande betong är effekten från laster av stöttyp den allvarligaste och sådana störande vibrationerna kan härröra från till exempel sprängning.

Syfte

Syftet var att sammanställa och presentera den kunskap som finns idag inom området och att med resultat från litteraturen och egna beräkningsexempel få kunskap för att vidareutveckla dagens svenska riktlinjer för vibrationsbelastad ung betong. De frågeställningar som diskuterades utgår från praktiska problem vid främst svenskt hus- och anläggningsbyggande och knyter samman intressen och behov av information som finns hos entreprenörer, konstruktörer, beställare, forskare och högskola.

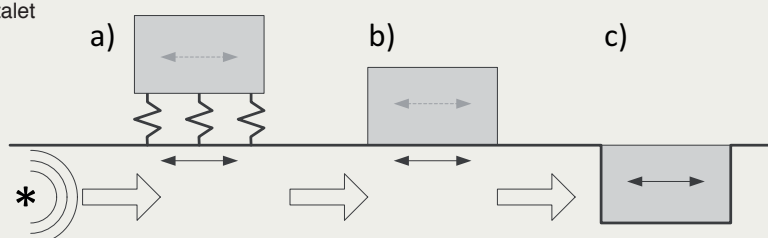
Genomförande

Med stöd från SBUF och BeFo har arbetet utförts som en del av ett doktorandprojekt inom Betongbyggnad vid KTH Byggvetenskap. Projektet är en utvidgad fortsättning till ett licentiatprojekt om vibrationstålighet hos sprutbetong på hårt berg, slutredovisat i en tidigare licentiatuppsats. Det här sammanfattade projektet utgör huvuddelen av doktorandprojektets andra halva, med en utvidgning till studier av gjuten ung betong. Projektet redovisas i en doktorsavhandling, vetenskapliga artiklar samt flertalet konferensbidrag. Projektet har kombinerat kunnande inom områdena Strukturdynamik, Vågutbredning, Mätningsteknik och Betongmaterialteknik och har omfattat Litteraturstudie, Strukturdynamisk analys, Frekvensanalys, Finit elementmodellering, Analytisk konstruktionsberäkning och Vibrationsmätning i laboratorium.

Resultat

Litteraturstudien visar att det finns stora skillnader mellan rekommenderade maximala vibrationshastigheter från nationella föreskrifter och standarder och de som rekommenderas av forskare och ingenjörer. Detta bekräftar att stora säkerhetsmarginaler finns vilket orsakar onödiga förseningar och stora säkerhetsavstånd. Säkerhetsmarginalen i standarder och nationella bestämmelser kan vara mer än tio gånger de vibrationshastigheter som kan mätas i fält eller i laboratorium. Publicerade studier och observationer har dessutom ofta utförts under olika förhållanden som gör jämförelser svår. En slutsats är att för analys av en betongkonstruktion kan denna klassas som strukturellt betongelement, betongvolym ovan jord eller betongvolym under jord. För ett strukturellt betongelement måste en dynamisk strukturanalys utföras. Betongvolymen ovan jord kommer vanligtvis inte att påverkas direkt av höga vibrationsnivåer och är dessutom fria att utföra stelkroppsvibrationer. Betongvolymen under jord är ofta i direkt kontakt med omgivande undergrund genom vilken stötvågor med hög intensitet direkt kan nå fram till och in i betongen. Vibrationskänsligheten hos sprutbetong på berg måste studeras genom särskild analys och så också vidhäftning mellan betong och armering. Exempel på maximalt tillåtna vibrationshastigheter ges här i två tabeller. Först visas gränsvärden för upp till sju dygn gammal betong, också med en jämförelse mellan betong som belastas av stöt eller en kontinuerlig, varaktig vibration. Sedan ges gränsvärden för mycket ung betong, för jämförelse mellan olika gränser för hållfasthetsklasserna C25 och C50. De övre och undre gränserna avser risken för initiering av mikro- och makrosprickor.

Effekt från stötvåg i mark på strukturellt betongelement (a), betongvolym ovan jord (b) och betongvolym under jord (c).



Rekommenderade maximalt tillåtna partikelvibrationshastigheter (ppv) i mm/s för stötbelastad ung betong. Även jämförelse med belastning av kontinuerliga vibrationer.

Vibrationstyp	Betongålder					
	0–3 tim	3–12 tim	12 tim–1 dag	1–2 dagar	2–3 dagar	3–7 dagar
Stöt	100	60	140	140	140	180
Kontinuerlig	(100)	40	40	100	(140)	(180)

Rekommenderade maximalt tillåtna partikelvibrationshastigheter (ppv), från finita elementberäkningar. († = ej möjligt att bestämma övre gränsvärde).

Betongålder, timmar	Hållfasthetsklass C25		Hållfasthetsklass C50	
	PPV undre gräns, mm/s	PPV övre gräns, mm/s	PPV undre gräns, mm/s	PPV övre gräns, mm/s
4	< 30	†	30	†
6	40	†	50	90
8	50	80	70	100
12	60	110	100	200

Slutsatser

Resultatet består av rekommendationer för hur dynamisk analys av ung betong, gjuten och sprutad, kan genomföras med en korrekt beskrivning av effekten från laster av stöttyp. Den typ av numeriska modeller som presenterats och utvärderats kommer att vara ett viktigt verktyg för arbetet med att ta fram riktlinjer för praktisk användning vid anläggnings- och betongbyggnadsarbete. Några rekommendationer för säkerhetsavstånd och minimiåldrar ges, för nygjutna betongelement eller massiva betongkonstruktioner och för nyligen applicerad sprutbetong på hårt berg. Behovet av pålitliga vibrationskriterier för ung betong är stort vid bland annat anläggningsarbeten där sprängning förekommer, såsom tunneldrivning och gruvverksamhet, vid broreparationer och byggverksamhet nära tung trafik samt inom industrin. Om nyligen placerad betong, gjuten eller sprutad, utsätts för vibrationer av stöttyp vid tidig ålder då härdningsprocessen fortfarande pågår, finns risk för skador som hotar att försämra funktionen hos den fullhårdnade betongen. Därför behövs en väntetid där betongen förblir ostörd, eller ett säkert avstånd till vibrationskällan. Den typ av numeriska modeller som presenterats och utvärderats kommer att vara ett viktigt verktyg för arbetet med att fortsättningsvis ta fram detaljerade riktlinjer för praktisk användning vid anläggnings- och betongbyggnadsarbete, men de sammanställningar och resultat som projektet redovisar kan direkt användas som väl grundade, översiktliga men säkra gränsvärden.

Ytterligare information

Kontaktpersoner:

Anders Ansell, KTH Bygghälsa, Betongbyggnad, tel 08-7908041, e-post: anders.ansell@byv.kth.se.

Lamis Ahmed, KTH Bygghälsa, Betongbyggnad, tel 08-7906886, e-post: lamis.ahmed@byv.kth.se.

Litteratur:

- *Models for analysis of young cast and sprayed concrete subjected to impact-type loads.* (av Lamis Ahmed, Doktorsavhandling, KTH Bygghälsa, Betongbyggnad, Stockholm, juni 2015). Kan laddas ned från www.sbuf.se, projekt 12641.
- *Risken för skador hos betong utsatt för vibrationer i tidig ålder* (Slutrapport för SBUF Forskningsprojekt nr 12641, av Lamis Ahmed & Anders Ansell) Kan laddas ned från www.sbuf.se, projekt 12641.

Internet:

<http://www.kth.se/abe/inst/byv/avd/btg>

