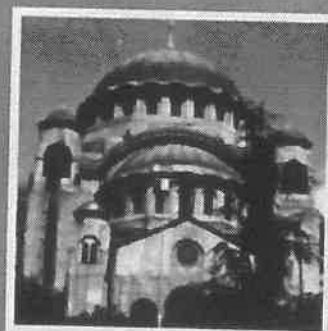
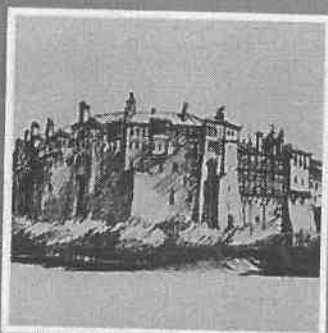


2009 1947 IZGRADNJA

BROJ

9-10

SEPTEMBAR-OKTOBAR
GODINA LXIII



UDK 624+71+72(05)



ISSN 0350-5421



9 770350 542000



IZGRADNJA

ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE,
SAVEZA ARHITEKATA SRBIJE, DRUŠTVA ZA MEHANIKU TLA I FUNDI-
RANJE SRBIJE, UDRUŽENJA URBANISTA SRBIJE
11000 Beograd, Kneza Miloša 7a, Srbija

IZGRADNJA

MONTHLY REVIEW – CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE UNI-
ONS, SOIL MECHANICS AND FOUNDATION SOCIETY, TOWN PLAN-
NING ASSOCIATION
11000 Beograd, Kneza Miloša 7a, Srbija

Broj 9–10
Septembar–oktobar, 2009.

SADRŽAJ

<i>Smeštaj Vlade Srbije i njenih organa III: Kako se ne gra- di grad?, Branko BOJOVIĆ, dipl. inž. arh.</i>	397
<i>Prof. dr Sonja PETROVIĆ-LAZAREVIĆ, dipl. ecc., doc. dr Svetlana VUKOTIĆ, dipl. ecc.: Uloga međunarodnih menadžera u povećanju konkurentnosti srpske građe- vinske delatnosti Originalni naučni rad Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) str. 401-414</i>	401
<i>Mr Ljiljana VUKAJLOV, dipl. inž. arh.: Objašnjenje ter- mina načina i sistema građenja urbanih blokova Originalni naučni rad Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) str. 415-420</i>	415
<i>Prof. dr Vlastimir RADONJANIN, dipl. građ. inž., prof. dr Mirjana MALEŠEV, dipl. građ. inž., prof. dr Radomir FOLIĆ, dipl. građ. inž.: Uvodna analiza regulative u oblasti sanacije betonskih konstrukcija Pregledni rad Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) str. 421-433</i>	421
<i>Iva BUNDALO, master arhitekture: Eksproprijacija, vid državne intervencije kao mehanizam transformacije gradskog tkiva – „Osmanizacija“ Pariza Pregledni rad Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) str. 434-438</i>	434
<i>Prof. dr Dragan LUKIĆ, dipl. građ. inž., ass. mr Ljiljana TADIĆ, dipl. građ. inž.: Numeričko modeliranje nepod- građenog tunelskog iskopa u stenskoj masi Stručni rad Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) str. 439-447</i>	439
<i>V. prof. Zoran GRDIĆ, dipl. građ. inž., mr Iva DESPO- TOVIĆ, dipl. građ. inž., dr Gordana TOPLIČIĆ-ČURČIĆ, dipl. građ. inž.: Metode ispitivanja SCC betona prema standardu EFCA (Evropske asocijacije za beton) Stručni rad Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) str. 448-452</i>	448
TUNELI	
<i>Milan POPOVIĆ, dipl. građ. inž., Dragana RUPAR, dipl. građ. inž., Jasmina STANKOVIĆ, dipl. građ. inž., Ale- ksandar STAROVIĆ, dipl. građ. inž.: Sanacija tunela Ostroviča na pruzi Beograd - Bar Stručni rad Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) str. 455-459</i>	455
<i>Milan POPOVIĆ, dipl. građ. inž., Dragana RUPAR, dipl. građ. inž., Aleksandar STAROVIĆ, dipl. građ. inž., Ja- smina STANKOVIĆ, dipl. građ. inž.: Sanacija tunela ID-61, ID-62 i ID-63 puta M21, deonica Prijepolje – Go- stun – granica Crne Gore Stručni rad Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) str. 460-463</i>	460
<i>Milan POPOVIĆ, dipl. građ. inž., Jasmina STANKOVIĆ, dipl. građ. inž., Dragana RUPAR, dipl. građ. inž.: Sana- cija 13 tunela na putu M1.12 Niš – Pirot Stručni rad Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) str. 464-468</i>	464

Number 9–10
September–October, 2009

CONTENTS

<i>Relocation of the Serbian Government and Its Agencies or: How Not to Build a City?, Branko BOJOVIĆ, Arch.</i>	297
<i>Prof. Sonja PETROVIĆ-LAZAREVIĆ, Ecc. Ph.D., Svet- lana VUKOTIĆ, Ecc. Ph.D.: The Role of International Managers In Improving the Serbian Building Construc- tion Industry Competitiveness Originally scientific paper Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) pp 401-414</i>	401
<i>Ljiljana VUKAJLOV, Arch.M.Sc.: Explanation of Terms the Block Building Ways and Bloct Building Systems Originally scientific paper Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) pp 415-420</i>	415
<i>Prof. Vlastimir RADONJANIN, Civ. Eng. Ph.D., prof. Mi- rjana MALEŠEV, Civ. Eng. Ph.D., prof. Radomir FOLIĆ, Civ. Eng. Ph.D.: Comparative Analysis of Codes in the Field of Repair of Concrete Structures Review paper Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) pp 421-433</i>	421
<i>Iva BUNDALO, MAC: The Expropriation, a Mechanism of Urban Space Transformation as a Way of a Govern- ment intervention – The "Hausmannization" of Paris Review paper Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) pp 434-438</i>	434
<i>Prof. Dragan LUKIĆ, Civ. Eng. Ph.D., ass. Ljiljana TA- DIĆ, Civ. Eng. M.Sc.: Numerical Modeling of Unsup- ported Tunnel Excavation in the Rock Mass Professional paper Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) pp 439-447</i>	439
<i>Prof. Zoran GRDIĆ, Civ. Eng. Ph.D., Iva DESPOTOVIĆ, Civ. Eng. M.Sc., Gordana TOPLIČIĆ-ČURČIĆ, Civ. Eng. Ph.D.: Methods for Testing SCC According to the EF- CA (European Federation of Concrete Admixtures As- sociations) Standards Professional paper Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) pp 448-452</i>	448
TUNNELS	
<i>Milan POPOVIĆ, Civ. Eng., Dragana RUPAR, Civ. Eng., Jasmina STANKOVIĆ, Civ. Eng., Aleksandar STARO- VIĆ, dipl. građ. inž.: Rehabilitation of Tunnel Ostrovica on Belgrade-Bar Railway Professional paper Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) pp 455-459</i>	455
<i>Milan POPOVIĆ, Civ. Eng., Dragana RUPAR, Civ. Eng., Aleksandar STAROVIĆ, Civ. Eng., Jasmina STANKO- VIĆ, Civ. Eng.: Rehabilitation of ID-61, ID-62 and ID-63 Tunnels on M21 Road, Section Prijepolje – Gostun – granica Crne Gore Professional paper Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) pp 460-463</i>	460
<i>Milan POPOVIĆ, Civ. Eng., Jasmina STANKOVIĆ, Civ. Eng., Dragana RUPAR, Civ. Eng.: Rehabilitation of 13 Tunnels on M1.12 Niš-Pirot Road Professional paper Bibliid:0350-5421, 9-10 (2009) pp 464-468</i>	464

METODE ISPITIVANJA SCC BETONA PREMA STANDARDU EFCA (EVROPSKE ASOCIJACIJE ZA BETON)

METHODS FOR TESTING SCC ACCORDING TO THE EFCA (EUROPEAN FEDERATION OF CONCRETE ADMIXTURES ASSOCIATIONS) STANDARDS

UDK: 666.974
Stručni rad

V. prof. Zoran GRDIĆ, dipl. građ. inž.
Mr Iva DESPOTOVIĆ, dipl. građ. inž.
Dr Gordana TOPLIČIĆ-ČURČIĆ, dipl. građ. inž.

REZIME

Samougrađujući beton (self-compacting concrete, SCC) je nazvan „najrevolucionarnijim otkrićem u betonskoj industriji u poslednjih nekoliko decenija“. Originalno nastala u Japanu, SCC tehnologija je omogućena znatno ranijim razvojem superplastifikatora za beton. SCC je danas sa entuzijazmom prihvaćen širom Evrope, kako za ugradnju na gradilištu, tako i za prefabrikovan beton. SCC je osmišljen da u potpunosti zadovolji standard EN 206-1 u pogledu zapreminske mase, porasta čvrstoće, finalne čvrstoće i trajnosti. U ovom radu je dat pregled metoda ispitivanja nekih svojstava svežeg SCC prema preporukama EFCA.

Ključne reči: samougrađujući beton, konzistencija, preporuke EFCA.

SUMMARY

The self-compacting concrete (SCC) is considered the „most revolutionary invention in the concrete industry in several past decades“. Originating from Japan, the SCC technology was made impossible through much earlier development of superplasticizers for the concrete. The SCC is today widely accepted throughout Europe, both for direct use on the building site and as prefabricated concrete. The SCC is conceived to completely meet EN 206-1 standard with regard to the volume mass, strength development, final strength, and durability. This paper provides an overview of methods for testing some of the properties of fresh SCC according to the EFCA recommendations.

Key words: self-compacting concrete, consistency, EFCA recommendations.

1. UVOD

Samougrađujući beton (self-compacting concrete, SCC) je prvobitno osmišljen da kompenzuje rastuću nestašicu iskusne radne snage, kao i iz ekonomskih razloga: brža gradnja, manja upotreba radne snage, bolje finalne površine, lakše ugrađivanje, veću trajnost, veću slobodu oblikovanja, tanje betonske elemente, smanjenje nivoa buke i odsustvo vibracija, bezbednije radno okruženje. Originalno nastala u Japanu, SCC tehnologija je omogućena znatno ranijim razvojem superplastifikatora za beton. SCC je danas sa entuzijazmom prihvaćen širom Evrope, kako za spravljanje na gradilištu, tako i za prefabrikovan beton. SCC je osmišljen da u potpunosti zadovolji standard EN 206-1 u pogledu zapreminske mase, porasta čvrstoće, finalne čvrstoće i trajnosti. U ovom radu je dat pregled metoda ispitivanja prema preporukama EFCA.

Adresa autora: Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu, 18000 Niš, Aleksandra Medvedeva 14

2. ZAHTEVI U POGLEDU KONZISTENCIJE SCC

SCC je osmišljen da u potpunosti zadovolji standard EN 206-1 u pogledu zapreminske mase, porasta čvrstoće, finalne čvrstoće i trajnosti. Obradljivost SCC-a je veća od najviše klase konzistencije opisane standardom EN 206-1 i može se okarakterisati sledećim osobinama:

- sposobnost tečenja, ispunjavanja (filling ability)
- sposobnost prolaza između armaturnih šipki bez zaglavljivanja (passing ability)
- otpornost na segregaciju tj. stabilnost mešavine (segregation resistance).

Betonska mešavina će biti klasifikovana kao samougrađujući beton jedino ako su zahtevi za sve tri karakteri-

Rad objavljen u Zborniku radova za XXIV kongres Duštva za ispitivanje i istraživanje materijala i konstrukcija Srbije i prezentovano na Simpozijumu o istraživanjima i primeni savremenih dostignuća u našem građevinarstvu u oblasti materijala i konstrukcija, održanog oktobra 2008.g.

stike u potpunosti ispunjeni. To ukazuje da prilikom ispitivanja treba da se kombinuje više predloženih metoda.

3. METODE ISPITIVANJA KONZISTENCIJE

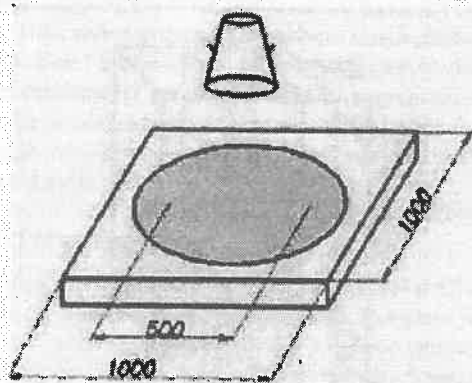
Razvijeno je više različitih metoda ispitivanja konzistencije SCC-a, ali nijedna od njih ne određuje sve relevantne aspekte obradljivosti, tako da se prilikom ispitivanja mora koristiti više metoda. Metode ispitivanja su navedene u tabeli 1.

Tabela 1. Metode ispitivanja konzistencije samougrađujućih betona

	Metod ispitivanja	Cilj ispitivanja
1	Slump-flow (test konzistencije)	sposobnost tečenja
2	T_{50cm} slump-flow	sposobnost tečenja
3	J-ring (J-prsten)	sposobnost prolaza
4	V-funnel (V-levak)	sposobnost tečenja
5	V-funnel za T_{50min}	otpornost na segregaciju
6	L-box (L-kutija)	sposobnost prolaza
7	U-box (U-kutija)	sposobnost prolaza
8	Fill-box (kutija za punjenje)	sposobnost prolaza
9	GTM Screen stability test (GTM sito)	otpornost na segregaciju
10	Orimet test	sposobnost tečenja

3.1. Slump-flow test i T_{50cm} test

Ovo je najčešće korišćen test koji daje dobre rezultate u određivanju sposobnosti pokretljivosti sveže betonske mase – tečenja, ali ne pokazuje sposobnost prolaza između šipki armature. Takođe, može da naznači otpornost betona prema segregaciji. Argument protiv ovog testa je da u potpunosti slobodno razlivanje betona, neomeđeno bilo kakvim granicama, ne odgovara stvarnim uslovima u praksi, ali se uspešno može iskoristiti za procenu konzistencije fabrički spravljenog betona koji se doprema na gradilište. Aparatura prema EN 12350-2 je prikazana na slici 1.



Slika 1. Aparatura za slump-flow test

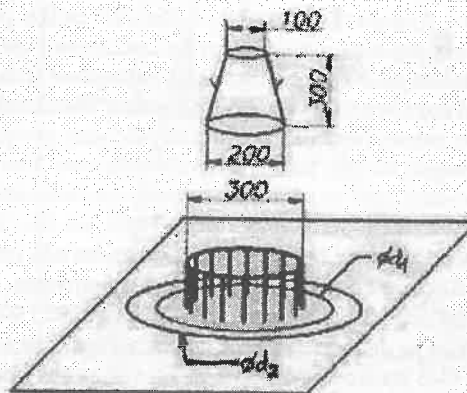
Procedura prilikom ispitivanja praktično predstavlja kombinaciju ispitivanja sleganja po Abramsu i rasprosti-

ranja po Grafu. Nakon podizanja napunjenog metalnog konusa treba izmeriti vreme potrebno da beton dostigne krug prečnika 500 mm (to je T_{50} vreme), kao i konačno dostignuti prečnik rasprostiranja. Takođe, treba uočiti da li se na krajevima betona izdvaja cementna pasta bez krupnog agregata.

Što je veća slump-flow (SF) vrednost, veća je i sposobnost betona da pod sopstvenom težinom ispuni oplatu. Najmanja zahtevana vrednost za SCC je 650 mm. Niže vreme T_{50} ukazuje na bolju sposobnost tečenja. Za inženjersku praksu predloženo je 3 do 7 sekundi. U slučaju značajnije segregacije, većina krupnog agregata će ostati u centralnom delu betona, a cementna pasta će se izdvojiti na periferiji. Ako je segregacija zanemarljiva, na samoj ivici betona se može uočiti malterska granica bez krupnog agregata. Odsustvo ovih fenomena ne znači da segregacije uopšte neće biti jer se ona može pojaviti i nakon dužeg vremenskog perioda.

3.2. J-ring test

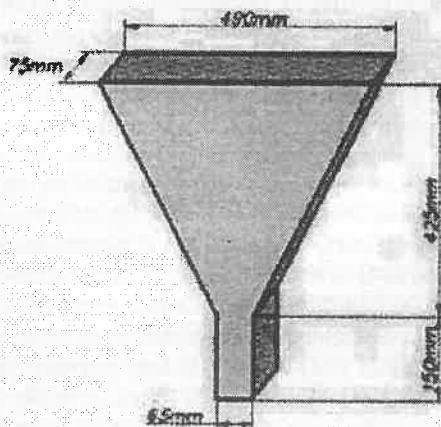
Test je razvijen na Univerzitetu Pejlsli. Koristi se za određivanje sposobnosti prolaza betona kroz armaturne šipke. Aparatura (slika 2) obuhvata otvoreni čelični prsten koji je vertikalno izbušen za prihvatanje armaturnih šipki. Armatura može da bude različitog prečnika i na različitom rastojanju, mada je pogodan standardni razmak koji odgovara trostruko veličini nominalno najvećeg zrna agregata. J-ring test može da se upotrebi zajedno sa slump-flow testom, Orimet testom ili eventualno V-funnel testom da bi se istovremeno utvrdile sposobnost tečenja i prolaza između armature. Orimet vreme i/ili slump-flow imaju ustaljenu proceduru, dok se armatura kod J-ring testa može postaviti na bilo kom razmaku da bi se uradio manje ili više „strog“ test. Meri se razlika u visini betona unutar i van prstena što pokazuje nivo sposobnosti prolaza betona. Pokazatelji tečenja i sposobnosti prolaza betona između armaturnih šipki dobijeni na ovaj način nisu međusobno nezavisni jer na izmereno tečenje svakako utiče i količina između armature „zaglavljeno“ betona. Što je veća razlika u visini unutar i izvan prstena to je manja sposobnost prolaza betona.



Slika 2. Kombinacija J-prstena i slump-flow testa

3.3. V-funnel test i V-funnel test za T_{5min}

Test je u Japanu razvio Ozawa. Aparatura se sastoji od V-levka, prikazanog na slici 3. Alternativna varijanta, O-levak sa kružnim presekom se takođe koristi u Japanu. Ispitivanje služi da se utvrdi sposobnost tečenja samougrađujućeg betona sa maksimalnim zrnom 20 mm. Levak se puni sa oko 12 dm³ betona i meri vreme potrebno da beton prođe kroz levak. Što je kraće izmereno vreme, to je sposobnost tečenja betona bolja. Zadovoljavajućim za SCC se smatra vreme od 10 sekundi. Produženo vreme tečenja ukazuje na moguću sklonost betona da „zablokira“ između šipki armature. Nakon ovoga, levak se može ponovo napuniti i ostaviti 5 minuta da beton odstoji. Ukoliko se pritom javi segregacija, vreme tečenja (T_{5min}) koje se ponovo meri, biće znatno povećano. Test može da ukaže na još neke osobine betona: ako ima previše krupnog agregata, beton će se zaglavljivati. Dugo vreme tečenja se takođe dovodi u vezu sa niskom deformabilnošću, što se i očekuje od visoko viskozni pasti sa velikim unutrašnjim trenjem.

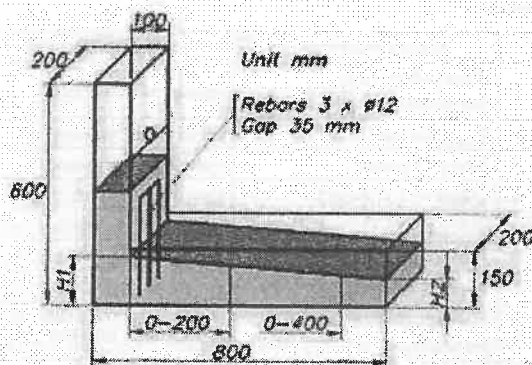


Slika 3. Izgled V-levka

3.4. L-box test

Ovaj test je razvio Peterson na bazi japanskih ispitivanja betona pod vodom. Test služi za procenu tečenja betona i sklonosti „zaglavljivanja“ između šipki armature. Aparatura se sastoji iz kutije „L“ oblika, pravougaonog poprečnog preseka, sa horizontalnim i vertikalnim delom razdvojenim pokretnim poklopcem (izlazom) ispred koga se nalazi vertikalna armatura. Vertikalni odeljak se napuni betonom, a zatim se poklopac podigne da se omogući tečenje betona u horizontalni deo. Kad tečenje prestane meri se visina betona na kraju horizontalnog dela i ostatka u vertikalnom delu (H_2/H_1 na slici 4). To je pokazatelj sposobnosti prolaza betona između armature, a fizički predstavlja nagib betona u mirovanju. Horizontalni odeljak može da bude obeležen na 200 i 400 mm od izlaza pa da se meri vreme dok beton dostigne ove reperi. Ovo vreme se označava sa T_{20} i T_{40} i pokazatelj je tečenja, mada konkretne vrednosti još nisu dogovorene. Armatura, u principu, može da bude različitog prečnika

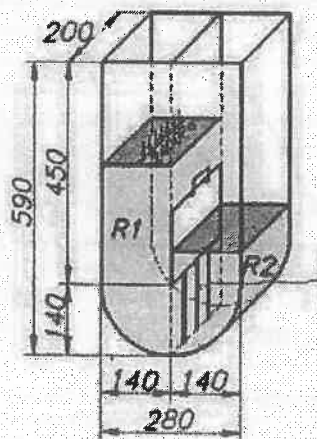
i postavljena na različitim razmacima, mada se preporučuje, kao i kod običnog betona, razmak jednak trostrukoj vrednosti nominalno najvećeg zrna agregata. Menjanjem razmaka armature se menja i „strogost“ testa. L-box test je najčešće korišćen test, kako u laboratorijskim tako i u gradilišnim uslovima jer određuje dve bitne karakteristike samougrađujućih betona. Pojava segregacije može se uočiti vizuelno, a zatim i ispitati na horizontalnom delu. Nije sa sigurnošću utvrđeno kako zidovi kutije utiču na tečenje betona, ali ovakva postava, do nekog stepena pokazuje šta se zaista dešava sa betonom u oplati.



Slika 4. L-box aparatura

3.5. U-box test

Test je razvijen u japanskom Tehnološkom istraživačkom centru Tajsej korporacije. Koristi se za procenjivanje sposobnosti tečenja samougrađujućih betona. Aparatura obuhvata sud koji je središnjom pregradom podeljen na dva odeljka (označeni sa R_1 i R_2 na slici 5), između kojih se nalazi klizni poklopac (izlaz). Armature šipke sa nominalnim prečnikom 13 mm su postavljene na izlazu sa osovinskim razmakom od 50 mm. Levi odeljak se napuni sa oko 20 dm³ betona, zatim se izlaz otvori i beton teče naviše u drugi deo. Meri se visina betona u oba dela. Alternativni oblik kutije, ali sa istim principom rada predlaže Japansko društvo građevinskih inženjera. Test obezbeđuje dobru direktnu procenu tečenja.

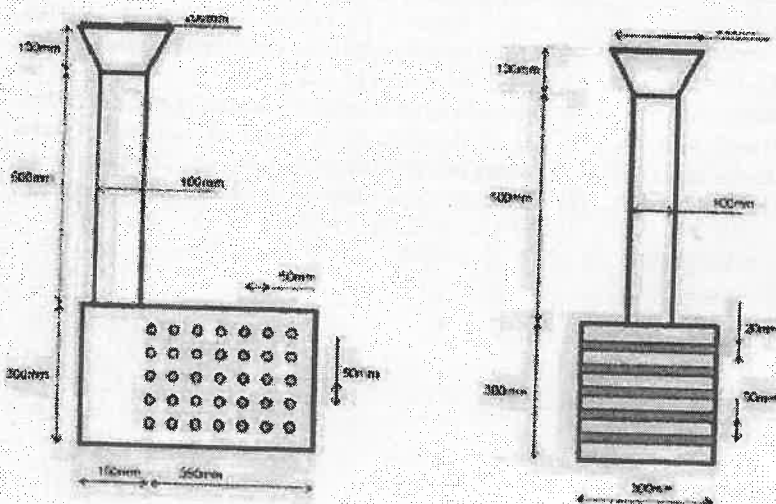


Slika 5. Konstrukcija U-kutije

Kada bi beton imao svojstva vode njegov nivo bi u oba dela U-kutije bio jednak, tj. razlika H_1-H_2 bi bila jednaka nuli. Zbog toga što je razlika nivoa betona u delovima U-kutije bliža nuli, to je bolje tečenje i sposobnost prolaza betona. Razmak između šipki armature se može smatrati suviše malim, a otvoreno je i pitanje do koje visine je peñanje betona prihvatljivo u praksi.

3.6. Fill-boh test

Test je poznat i kao „Kadžima test“. Koristi se za određivanje tečenja samougrađujućeg betona sa maksimalnim zrnom agregata 20 mm. Aparatura se sastoji iz providnog kontejnera, ravne i glatke površine u kome je smešteno 35 prepreka napravljenih od PVC-a, prečnika 20 mm i centralnim rastojanjem 50 mm, slika 6. Na gor-



Slika 6. Poprečni preseki kutije za punjenje

njoj strani je postavljena dovodna cev sa levkom. Kontejner se puni betonom kroz dovodnu cev i razlika u visini betona između dve strane kontejnera je mera tečenja.

Test je teško izvoditi na mesu ugradnje betona zbog složenosti aparature i velike količine betona (oko 45 dm³). Daje dobre pokazatelje osobina samougrađujućeg betona. Čak i mešavine sa dobrim tečenjem će pokazati loše rezultate na testu ako su skloni segregaciji. Smatra se da je samougrađujući beton utoliko boljih svojstava što je veća ispunjenost kutije, pod uslovima u kojima se test obavlja.

3.7. GTM screen stability test

Ovaj test je razvijen u Francuskoj (GTM) u cilju ispitivanje otpornosti SCC-a na segregaciju. Potrebno je uzeti 10 dm³ betona i pustiti da odstoji određeno vreme posle kojeg se polovina uzorka sipa na sito otvora 5 mm i prečnika okvira 350 mm, koje je postavljeno na odgovarajući sud sa dnom. Posle dva minuta meri se težina maltera koji je prošao kroz sito i izražava kao procenat prolaska.

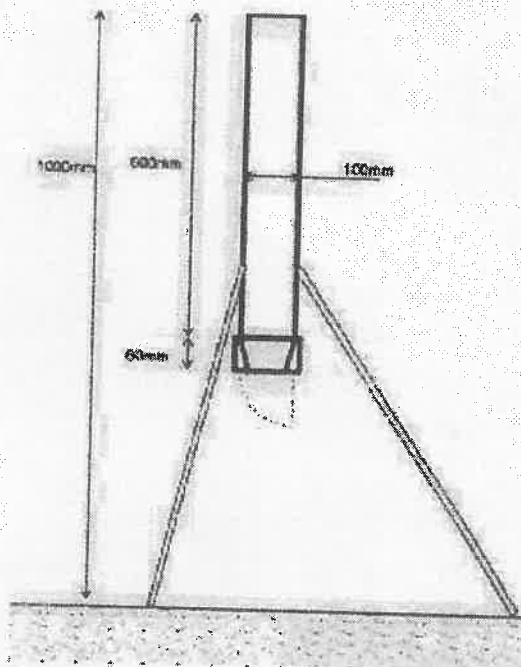
Na osnovu iskustva, inženjeri koji su koristili ovaj test kažu da je veoma pouzdan i efektivan način za ispi-

vanje stabilnosti samougrađujućih betona. Iskustveni podaci pokazuju da ukoliko procenat prolaza maltera kroz sito iznosi 5-15% težine uzorka otpornost na segregaciju je sasvim zadovoljavajuća. Ispod 5% otpornost je velika, a iznad 15% i pogotovo iznad 30% postoji velika segregacija.

3.8. Orimet test

Orimet test je razvijen na Univerzitetu Pejsli kao metod za ocenjivanje visoko obradljivih, tekućih, svežih betonskih mešavina. Aparatura je prikazana na slici 7. Zasniava se na principu reometra sa otvorom. Orimet aparat se sastoji iz vertikalne, livene cevi na čijem se donjem kraju nalazi zamenjivi deo oblika obrnutog konusa sa vratancima za brzo zatvaranje i otvaranje. Obično

ovaj deo ima unutrašnji prečnik 80 mm što je pogodno za ocenjivanu tečenja betona sa agregatom do 20 mm. Testiranje podrazumeva jednostavno punjenje Orimet aparata betonom, otvaranje vratanca i merenje vremena za koje će se pojaviti svetlost na dnu (kada se gleda odozgo). Test je brz, a aparatura jednostavna i laka za rukovanje. Testom se određuje sposobnost tečenja betona pri čemu kraće vreme ukazuje na bolju sposobnost tečenja. Za samougradljive betone vreme tečenja od 5 sekundi i kraće smatra se zadovoljavajućim. Duže vreme tečenja, zbog oblika obrnutog konusa na kraju cevi može da bude znak segregacije ili sklonosti betona da se zaglavi između šipki armature.



Slika 7. Aparatura za Orimet test

4. ZAKLJUČAK

Primena samougrađujućih betona kod nas je tek u povoju. Iako su urađena određena laboratorijska ispitivanja, dalji eksperimentalni rad tek predstoji u cilju ovladavanja tehnologijom za pouzdano spravljanje betonskih mešavina koje bi se mogle svrstati u kategoriju SCC.

I kod običnih betona je postizanje konzistencije i drugih svojstava sveže betonske mase primerenih uslovi- ma ugradnje jedan od ciljeva koji treba ispuniti pri proje- ktovanju njegovog sastava. Kod samougrađujućih beto- na ovo se, bar za sad, čini znatno težim zbog bitno razli- čitog načina ugradnje u oplatu i različitog sastava same betonske mase.

Kako se iz izloženog vidi razvijen je i predložen veći broj metoda za ispitivanje svojstava svežeg samou- građujućeg betona u cilju ispitivanja sposobnosti tečenja, sposobnosti prolaza između šipki armature i otpornosti na segregaciju (stabilnost betonske mešavine). Dosada- šnja praksa kod nas najviše je potencirala primenu meto- da slump-flow, L-box i V-funnel, pri čemu još uvek nisu dovoljno precizno definisani kriterijumi za ocenu pret- hodno navedenih svojstava svežeg samougrađujućeg be- тона.

LITERATURA

- [1] The European Guidelines for Self-Compacting Concrete, specification, production and use / BIBM, CEMUREAU, EFCA, EFNARC, ERMCO // May 2005.
- [2] Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete / EFNARC // February 2002.
- [3] Guidelines for testing fresh Self-Compacting Concrete / G. De Shutter // September 2005.
- [4] Self-Compacting Concrete: Theoretical and experi- mental study / H.J.H. Brouwers, H.J. Radix // Cement and Concrete Research 35, 2005, pp 2116-2136.
- [5] Self-Compacting Concrete: An analysis of 11 years of case studies / P.L. Domone // Cement and Con- crete Composites 28, 2006, pp 197-208.
- [6] Mix design of concrete for Avala tower / K. Janko- vić, D. Bojović, Lj. Lončar, Z. Kačarević, D. Niko- lić // Zbornik radova 16, Građevinski fakultet, Beo- grad, 2007, str. 115-118.
- [7] Mogućnost primene samozbijajućeg betona / D. Jev- tić, D. Zakić, A. Savić // Zbornik radova 16, Građe- vinski fakultet, Beograd, 2007, str. 121-128.
- [8] Samougrađujući beton / S. Sindelić // Izgradnja br. 57 1-2, 2003, str. 31-35.