

Obnavljanje betonskih in zidanih gradbenih elementov

Boštjan Gerbec, univ. dipl. inž. kem. teh., Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.

Matjaž Pelan, inž. kem. teh., Gratisplus d.o.o.

1 Propadanje betona

Neizogibno dejstvo je, da je beton od njegove vgradnje dalje izpostavljen propadanju. Propadanje-korozija betona je zelo kompleksen proces, vendar je v praksi odvisen predvsem od vrste oz. kakovosti betona in stopnje njegove izpostavljenosti različnim destruktivnim vplivom okolja. Otrdeli beton je zaradi svoje specifične, bolj ali manj porozne strukture podvržen koroziji cementne matrike, posledično pa s tem nastopi v AB konstrukcijah korozija jeklene armature. Zato se v praksi vedno bolj izpostavlja problematika ustrezne debeline zaščitne krovne betonske plasti in njene kakovosti oz. korozijske odpornosti.

Stopnjo izpostavljenosti betona pri različnih vplivih okolja obravnava slovenski standard SIST EN206-1, in sicer:

- ni nevarnosti korozije (stopnja X0),
- korozija zaradi karbonatizacije (stopnje XC1-4),
- korozija zaradi kloridov, ki ne izvirajo iz morske vode (stopnje XD1-3),
- korozija zaradi kloridov iz morske vode (stopnje XS1-3),
- zmrzovanje/odtaljevanje (stopnje XF1-4),
- kemijska agresija, karakteristične vsebnosti SO_4^{2-} , pH, agresivni CO_2 , NH_4^+ in Mg^{2+} , za zemljino pa njena kislost

in vsebnost SO_4^{2-} (stopnje XA1-3).

1.1 Vplivi na propad gradiva

Glede na kompleksnost problematike propadanja AB konstrukcij delimo vplivne vzroke na več področij obravnave:

- na vzroke za nastanek poškodb v betonu (mehanski, fizikalni, kemijski),
- na vzroke za nastanek korozije armaturnega železa v betonu (karbonatizacija, kloridi ...).

Mehanski vplivi, kot so preobremenitve, udarci ali vibracije, odvisno od njihove jakosti in pogostosti, v končni fazi ponavadi vodijo k nastanku razpok na AB konstrukciji.

Fizikalni vplivi so zelo številni, med njih štejemo abrazijo, erozijo, zmrzovanje in odtaljevanje, kristalizacija soli, krčenje betona zaradi izsuševanja, krčenje in raztezanje zaradi termičnih vplivov, prekristalizacija produktov hidratacije, ki povzročajo propadanje oz. korozijo betona.

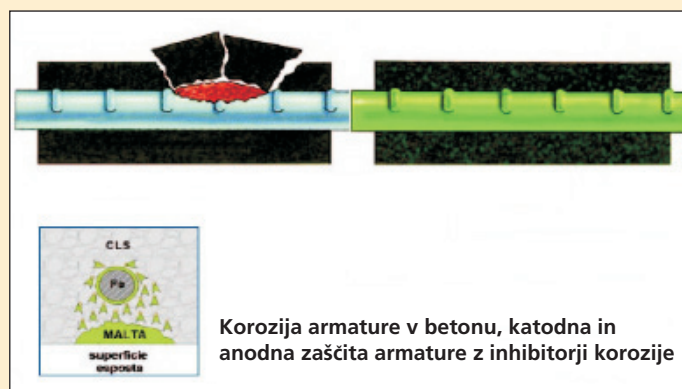
Prav tako številni so kemijski vplivi, ki s kemijskimi reakcijami povzročajo korozijo betona. Zelo agresivne so različne naravne vode, in sicer:

- tekoče trde vode brez prostega CO_2 , ki povzročajo izluževanje betona,
- mehke vode brez prostega CO_2 , ki povzročajo izluževanje betona,

- vode s CO_2 , ki povzročajo karbonizacijo in padec alkalnosti betona,
- žvepleno kisle vode, ki povzročajo alkalno kislno reakcijo in razkroj betona,
- sulfatne vode, ki povzročajo t. i. sulfatno korozijo in nastanek etringita,
- vode z magnezijevimi ali amonijevimi solmi, ki povzročajo padec alkalnosti in razpad CSH (kalcijeve silikat hidratne) faze v betonu in
- morske vode s kombinacijo agresivnih vplivov.

Drug vplivni dejavnik, ki zelo pogosto povzroča korozijo betona, je onečiščen zrak, predvsem v industrijskem okolju, ki vsebuje okside ogljika, žvepla in dušika.

Verjetno najpogostejši vzrok za propadanje betona pa je proces karbonatizacije, ki povzroča zniževanje pH vrednosti v betonu. Ko le-ta pade pod 9, beton ne nudi več alkalne zaščite armaturi in proces korozije armaturnega železa se prične.



Korozija kot elektrokemijski proces zahteva določene pogoje, kot so vlažen beton, oksidacijsko okolje in električno povezavo med anodnim in katodnim mestom na armaturi. Kloridi so predvsem na cestnih in obcestnih AB objektih glavni povzročitelj korozije armature, kontaminacija z njimi pa nastopi ob zimskem soljenju cestišč.

Pri procesu korozije železa na anodnem mestu nastajajo voluminozni kristalizacijski produkti, ki povzročajo ekspanzijske pritiske, kar se postopoma odraža v nastanku razpok in propadanju betona ter končno v odstopanju zaščitnega sloja betona.

2 Pristop k sanaciji

Pred pričetkom sanacije je potrebno analizirati stanje objekta, tako v smislu detektiranja poškodb kot tudi ugotavljanja pomanjkljivosti na objektu. Prav tako je potrebno definirati klimatske in delovne pogoje pri sanaciji kot tudi možne škodljive vplive okolja. Na osnovi teh spoznanj lahko določimo tehnološke postopke in definiramo potrebne lastnosti proizvodov in sistemov, ki jih bomo pri sanaciji uporabili. In ne nazadnje je potrebno posvetiti veliko pozornost obvladovanju kako-

vosti pri izvedbi in vgradnji izbranih materialov, ki naj bodo enostavni in varni za uporabo, predvsem pa morajo izpolnjevati zahtevane lastnosti.

2.1 Proizvodi in sistemi za zaščito in sanacijo betonskih konstrukcij

V principu nam ti proizvodi in sistemi omogočajo kakovostno popravilo betonskih konstrukcij, s čimer izboljšamo njihovo uporabnost, varnost in podaljšamo njihovo življenjsko dobo. Izkazujejo različne, tudi kombinirane pozitivne lastnosti, kar jim zagotavlja, da lahko kakovostno in dolgotrajno nadomestijo poškodovane in propadle dele AB konstrukcij.

Ker je na trgu vedno več različnih gradbenih materialov, je nujno potrebna njihova razvrstitev. Po SIST EN1504-1 se proizvodi in sistemi glede na namen uporabe razvrščajo na naslednje glavne kategorije:

- za površinsko zaščito tako, da izboljšajo trajnost betona in armiranobetonskih konstrukcij,
- za nekonstrukcijska popravila tako, da na betonski površini izboljšajo geometrijski ali estetski videz konstrukcije,
- za konstrukcijska popravila tako, da se obnovi poškodbe v betonu in povrne konstrukcijsko neoporečnost, trdnosti oziroma trajnost,
- za vezanje tako, da omogočajo trdno konstrukcijsko povezavo z dodanimi materiali,



Zapiranje in tesnjenje manjših reg, razpok in por pri prodoru vode in drugih kapljev

- za injektiranje tako, da v injektirani betonski konstrukciji povrnejo konstrukcijsko neoporečnost oziroma trdnost,
- za sidranje tako, da sidrani v beton dajejo ustrezno konstrukcijsko obnašanje in za zapolnjevanje praznin, da bi zagotovili kontinuiteto med jeklenimi in betonskimi elementi,
- za zaščito armature in drugih jeklenih elementov tako, da izboljšajo trajnost popravila.

Glede na glavne kemijske sestavine pa se proizvodi in sistemi razvrščajo na:

- impregnacijske, vodoodbojne ali kontinuirne premaze,
- hidravlična veziva, gradbena apna in pucolane,
- polimerna veziva,
- kemijske dodatke za beton,
- mineralne dodatke,
- hidravlične malte in betone (CC),
- polimerno cementne malte (PCC),
- polimerne malte in betone (PC).

2.2 Izbira ustreznih sanacijskih materialov

Pri izboru ustreznih materialov so osnovna podlaga standardi SIST EN 1504(1-10), v praksi pa se seveda glede na želen obseg in vrsto sanacije odločamo na osnovi sledeče osnovne razvrstitve:

A. Vrsta veziva, pri čemer izberemo lahko:

- anorganska (mineralna),
- organska (polimerna) ali
- modificirana (kombinirana) veziva.

B. Vrsta ali namen uporabe, kot so:

- protikorozijska zaščita kovinskih in betonskih površin (slika 1),
- reprofilacije in preplastitve (slika 2),
- reprofilacija in preplastitve (slika 3a in 3b),
- lepljenje ali izboljšanje oprijemljivosti dodanih materialov (slika 4),
- zapiranje in tesnjenje manjših reg, razpok in por pri prodoru vode in drugih kapljev (slika 5),
- zalivanje ali podlivanje večjih reg, večjih odprtih in podobno (slika 6).

C. Način izvedbe, ki je glede na pogoje v okolju:

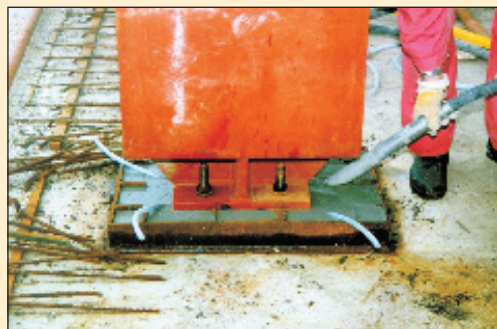
- ročno z lopatico, valjčkom, čopičem ...,
- strojno z brizganjem, injektiranjem ...

3 Obvladovanje kakovosti

Stalna kontrola kakovosti uporabljenih proizvodov in



Lepljenje ali izboljšanje oprijemljivosti dodanih materialov



Zalivanje ali podlivanje večjih reg, večjih odprtih in podobno

sistemov ter kakovost vgradnje je nujno potreben segment, ki zagotavlja kakovostno izvedbo obnove betonskih konstrukcij.

Pri obvladovanju kakovosti je potrebno upoštevati sledeče lastnosti betona in sanacijskih proizvodov in sistemov:

- čas vezanja,
- obdelavnost,
- linearne in vol. deformacije (krčenje, ekspanzija),
- koeficient termičnega raztezka,
- trdnosti (tlačna, upogibna, natezna, strižna ...),
- pH vrednost,
- vsebnost zraka,
- sušenje,
- vsebnost alkalij,
- koncentracija kloridov,
- difuzija kloridov,
- modul elastičnosti,
- viskoznost,
- kompatibilnost injekcijskih materialov z betonom, je-klom, polimeri,
- temperatura prehoda stekla (Tg),
- abrazijska odpornost,



Reprofilacija in preplastitve

- plinopropustnost (CO₂, H₂O, O₂),
- kapilarna vpojnost,
- karbonizacija,
- termična odpornost (izmenično zmrzovanje-odtaljevanje, temperaturni šoki),
- kemijska odpornost,
- odpornost na udarce,
- prijemna (natezna) površinska trdnost (pull off test),
- prijemnost beton-beton,
- prijemnost injektirnih materialov na osnovi poli-



- uretanov, epoksidov, cementov,
- ognjeodpornost ...

4 Zaključek

Ker so sanacije AB konstrukcij celovit poseg, je za kakovostno izvedbo vedno priporočljivo izdelati sanacijski projekt in upoštevati vse našete postopkovne faze:

- ugotavljanje (analiziranje) vzrokov poškodb,
- odpravljanje vzrokov poškodb,

- izbor proizvodov za popravilo in zaščito,
- priprava podlage in popravo poškodb,
- zaščita površine,
- navodila za uporabo in vzdrževanje.

Vendar pa je v praksi obseg in izbor vrste sanacijskih postopkov navedenih faz odvisen od definiranja življenjske dobe objekta oziroma od stroškov sanacije zgradbe.

GratisPlus

Gratis Plus d.o.o.

Celovška 106

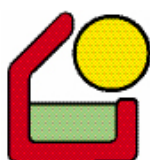
1000 Ljubljana

tel.: 01 51 93 745

faks: 01 51 93 066

gsm: 041 645 495

e-mail: pelanjm@volja.net



GRADBENI INŠTITUT ZRMK d.o.o.

GRADBENI CENTER SLOVENIJE

Dimičeva 12, 1000 Ljubljana

tel.: 01/280 82 04, faks: 01/280 84 51

<http://gcs.gi-zrmk.si>, e-pošta: gcs@gi-zrmk.si

Informacijski, svetovalni in izobraževalni center za graditev, obnovo, vzdrževanje in bivanje

SVETOVANJE

V okviru GCS deluje svetovalne pisarne, ki so namenjene občanom:

PRIDOBIVANJE UPRAVNIH DOVOLJENJ

(ponedeljek od 16. do 18. ure)

Občanom so na voljo nasveti o pridobitvi upravnih dovoljenj pri novogradnji in adaptaciji.

Cena svetovanja znaša 6.000,00 SIT, DDV je vključen v ceno.

GRADBENO SVETOVANJE

- **Toplotna in hidro zaščita objektov** (ponedeljek od 15. do 18. ure) Občanom so na voljo nasveti o toplotni in hidro zaščiti objektov, sanaciji vlage, izolacijskih materialih in sistemih za gradnjo ravnih in poševnih streh, teras, balkonov, fasad, oken ter ostalih obodnih in etažnih konstrukcijskih sklopov, tlakov, zaključnih oblog itd. Svetujemo pri zasnovi, gradnji, vzdrževanju, prenovi in sanaciji objektov.

Cena svetovalne ure znaša 6.000,00 SIT, DDV je vključen v ceno.

- **Statika in nosilne konstrukcije** (sreda od 14. do 17. ure) Občanom so na voljo nasveti v zvezi s statiko, zidanimi, armirano-betonskimi, lesenimi in drugimi nosilnimi konstrukcijami, potresno varnostjo objektov, vzdrževanjem in sanacijo vidnih betonskih elementov, rekonstrukcijo spomeniško zaščitene in drugih starejših objektov itd. Svetujemo pri zasnovi, gradnji, vzdrževanju, prenovi in sanaciji objektov.

Cena svetovalne ure znaša 6.000,00 SIT, DDV je vključen v ceno.

Na svetovanje se je potrebno najaviti, prijave sprejemamo vsak ponedeljek, tel.: 01/280 8 204.

ZNAK KAKOVOSTI V GRADITELJSTVU

Celoletni razpis za ocenjevanje za Znak kakovosti v graditeljstvu za leto 2006 -1 je objavljen na <http://gcs.gi-zrmk.si>.

Informacije: Neva Jejčič, tel.: 01/280 8 307, faks: 01/280 8 451, e-pošta: neva.jejcic@gi-zrmk.si.

IZOBRAŽEVANJE

Delavnica: »Dobra gradbena praksa pri energetski sanaciji stavb«, Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o., 8. november 2006 ob 9.30.

Informacije in prijave: Katja Repič, tel.: 01/280 8 544, faks: 01/280 8 451, e-pošta: katja.repic@gi-zrmk.si.