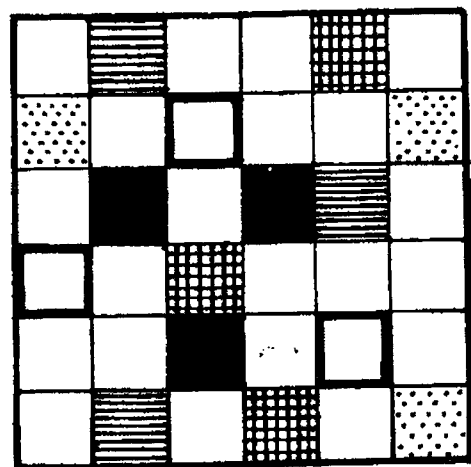


Z.P. ČSVTS KOVOPROJEKTA PRAHA
KOMISE STATIKŮ ČSVTS

KONTROLA JAKOSTI,
NEDOSTATKY
A REHABILITACE
BETONOVÝCH
KONSTRUKCÍ

SBORNÍK ZE SOUBORU PŘEDNÁŠEK

PRAHA KVĚTEN 1990



OPRAVY BETONOVÝCH POVRCHŮ

Ing. Dr. Richard A. Bareš DrSc.

ČSAV ÚTAM

Čím více betonových konstrukcí, čím jsou starší a čím horší je prostředí, tím více poruch betonových povrchů se objevuje a tím více je třeba tyto poruchy opravovat.

Poruchy prvků jsou různého druhu. Nejrozšířenější z poruch betonových povrchů vzniká v důsledku karbonatace betonu, jejíž rozsah se zvyšuje s rostoucí kyselostí atmosféry. Dochází ke ztrátě přirozené pasivace výztuže v betonu alkalickým prostředím, k její korozi a v jejím důsledku ke vzniku trhlin a odlupování krycích vrstev betonu. Tyto poruchy se objevují na všech druzích nechráněných betonových povrchů v exteriérových podmínkách, svislých i vodorovných ploch.

Karbonataci podporuje silně agresivní prostředí v továrnách, nepřímo vyvolané výrobou, stejně jako uměle vytvářené agresivní prostředí na vodorovných betonových plochách "ošetřovaných" v zimě posypovými solemi. Průnik kyselých iontů k výztuži kapilárami v betonu způsobuje i bez karbonatace korozi výztuže se všemi následnými jevy. Korozi způsobuje i vznik elektrických polí v betonových prvcích vlivem celé řady vnějších i vnitřních účinků.

Všechny poruchy tohoto druhu se dají těžko identifikovat dříve, než dojde ke vzniku trhlin a odlupování krycích vrstev, i když se dají relativně spolehlivě na základě známých skutečností předvídat.

Přes odlišné prvotní příčiny poruchy ve všech těchto případech je subjektivní vzhled poruchy v podstatě stejný. Naproti tomu způsob opravy závisí na příčině poruchy a před úpravou je nutné ji znát a při volbě technologie opravy ji respektovat.

Kromě těchto poruch nejčastější příčinou poruch betonových prvků je nadměrné mechanické namáhání /které je zvláště nepříznivé v kombinaci s chemickým namáháním, např. posypovými solemi/, vedoucí k drcení povrchových vrstev, ztrátě soudržnosti, ke vzniku výtluků a děr, k olamování hran, rohů, atd.

Vysprávka takových povrchových poruch je složitou a obtížnou záležitostí /jako ostatně každá povrchová oprava/ a to jak z hlediska technického, tak estetického. Z technického hlediska je třeba brát do úvahy celou řadu činitelů; přitom splnění různých požadavků vyžaduje mnohdy až protichůdné vlastnosti a technologie.

Z fyzikálního hlediska je přirozené žádat, aby materiál použitý pro opravu měl podobné fyzikální parametry jako původní beton, tj. součinitel teplotní a vlhkostní roztažnosti, modul pružnosti, pevnost, odolnost obrusu, propustnost, atd.

Z chemického hlediska musí být nový materiál dlouhodobě snášenlivý se starým. Kromě toho je třeba zabezpečit, aby všechen beton kontaminovaný agresivními chemickými činidly byl odstraněn, případně aby před opravou byla

tato činidla v betonu bezpečně neutralizována, příp. odstraněna.

Estetické hledisko vyžaduje nejen stejný barevný odstín, ale i stejnou povrchovou strukturu opravy a původního betonu.

Jedním z nezbytných požadavků úspěšnosti opravy je zabezpečení dostatečně pevného spojení nového materiálu se starým. Pevnost styku by měla být alespoň taková, jako je kohézní pevnost původního materiálu, a to trvale, i za působení různých vnějších vlivů, zejména vlhkosti. Zabezpečení tohoto požadavku je obvykle nejobtížnějším kamenem celé operace. Do značné míry závisí na přípravě podkladu, který se tak stává rozhodujícím parametrem opravy.

Zabezpečení adheze starého materiálu s novou spojovací vrstvou je sice jedním z neúčinnějších postupů, vede však vesměs k vytvoření vodotěsné a často i parotěsné zábrany mezi vrstvami, tedy k vytvoření nového kompozitního systému, pro nějž konstrukce jako celek není navržena. To může způsobit pozdější vznik nových poruch převážně z fyzikálních příčin /přetlak par, kondenzace vlhkosti, odmrzáení/ a obnovení původně poškozeného stavu. Až na výjimky je difúzně ~~ne~~propustná vrstva trvale neodolná vodě a tím ve vlhkých podmínkách nepříjemná. V případě, že fyzikální vlastnosti starého a nového materiálu jsou značně odlišné, může v některých speciálních případech /určených konstrukčním uspořádáním/ pomoci spojení

obou částí pomocí tzv. transponentní vrstvy, která umožní plynulý přechod vlastností přes kontakt a sníží vnitřní napětí v celé soustavě.

V převážné většině případů však předpokladem úspěchu opravy je zajištění bezvadné soudržnosti obou materiálů v celé opravované ploše. Není dosud zcela jasno, která úprava podkladu /a to zejména prakticky/, nejlépe může soudržnost zabezpečit, i když většina poznatků ukazuje na otryskání až na znělý zdravý a nekontaminovaný beton. Vhodnost přípravy podkladu lze nejlépe v praxi hodnotit tahovou zkouškou /pull-out test/, i když názory na kritickou hodnotu pevnosti se podle různých autorů i předpisů značně liší, od 0,8 do 2 MPa. Samozřejmě záleží i na intenzitě možných namáhání /závislé opět na tloušťce vrstvy, druhu materiálů, smrštění správkového materiálu, podmínkách prostředí a vnějším namáhání. Zdá se však, že bezpečná hodnota pevnosti je 1,2 MPa, a to bez ohledu na způsob porušení /ve spojovací vrstvě, v betonu nebo částečně v betonu a částečně ve spojovací vrstvě/. Problematický je též další postup, nedosáhne-li se této hodnoty. Někdy může pomoci odstranění další vrstvy betonu, jindy hloubková impregnace betonu vhodným monomermem nebo tlaková injektáž. Těžko bude asi možno v tomto bodě podat jednoznačný návod a jednotlivé případy bude nutno řešit individuálně. Může se také stát, že tato zkouška ukáže, že opravy jsou neúčelné, neschopné zajistit rekonstrukci s dostatečnou životností a budou podkladem pro návrh na úplnou nebo částečnou náhradu staré konstrukce novou.

Jiným důležitým parametrem, který může významně ovlivnit úspěch rekonstrukce, je vlhkost podkladu. Pro některé správkové materiály je nezbytná vysoká vlhkost, pro jiné je jakákoli vlhkost škodlivá. Zvláště tento aspekt je třeba v každém individuálním případě pečlivě vážit.

Řada zkoušek ukázala, že obvykle je při jakékoli opravě výhodné použití primeru nebo spojovací vrstvy. Jiný postup a jiné hmoty jsou vhodné pro výztuž, je-li v opravovaném místě přítomna, jiné pro beton. Podobně se liší hmoty podle toho, použije-li se správkový materiál stejný jako základní nebo odlišný. Přitom, jak již bylo řečeno, nejde pouze o zajištění dobré a trvalé adheze, ale i o zabezpečení takových difúzních podmínek, které jsou pro daný případ vhodné nebo žádané. Vedle toho je třeba zvážit i ovlivnění celého systému v dalších směrech, jako např. nesnášenlivost primerů použitých na výztuž a beton, vznik elektrických článků a ovlivnění okolí úpravami v opravovaném místě, atd.

Pro opravy betonu lze v zásadě užít tří skupin materiálů:

- cementové malty
- polymercementové malty
- polymerní malty

Každá má bezesporu své výhody a nevýhody a každá bude mít určité pole vhodného užití.

Hlavní výhodou cementové malty jsou souhlasné vlastnosti s opravovaným betonem, nevýhodou obvykle slabší soudržnost, než je kohézní pevnost obou částí. Zlepšení lze

dosáhnout volbou vhodných druhů speciálních cementů /např. s vysokým měrným povrchem/ nebo přísadou některých monomerů nebo oligomerů a přísadou povrchově aktivních látek nebo tensidů /pastifikátorů, superplastifikátorů/, zajišťujících lepší smáčení.

Do polymercementových malt se dlouhé roky vkládaly velké naděje. Polymercementová malta má podobné vlastnosti jako opravový beton, polymerní přísada měla zajistit zvýšení adheze na styku. Bohužel, s výjimkou některých akrylátových disperzí, výsledky, zejména co do adheze a objemových změn malty, nejsou zdaleka jednoznačné a většinou jsou silně ovlivněna vlhkostí a jsou značně proměnné v čase. Zdá se, že přes ohromné množství práce /patrně největší v oblasti betonů s použitím polymerů/ jednoznačné a konečné závěry nebyly dosaženy.

Polymerní malty mají značně odlišné vlastnosti od opravového betonu, a ty jsou příčinou různých těžkostí. Nejsou to pouze problémy s odlišnými teplotními a vlhkostními změnami, modulem pružnosti či pevností, které se vhodnými modifikacemi systému dají překonat, ale zejména problémy vyplývající z odlišného difúzního součinitele. Zvýšení difúzního odporu nad hodnoty betonu /i když se neuvažuje spojovací, obvykle nepropustná vrstva/ vyvolává v mnohých případech hromadění vlhkosti pod opravou a potenciální nebezpečí dalších poruch. Snížení difúzního odporu vede u těchto systémů ke vzniku vodopropustnosti a potenciálnímu nebezpečí další koroze výztuže, nepsivované alkalickým prostředím, jako v betonu.

Objektivní pohled ukazuje, že za jistých podmínek a v jistých případech je možné dosáhnout dokonalé a trvanlivé opravy betonu s použitím každé z uvedených skupin materiálu. Ani barevnost a strukturní vzhled není problémem. Důležité ale je, že každá skupina má své vhodné a nevhodné oblasti použití a že nelze v žádném případě generalizovat a monopolizovat některý materiál jako ideální pro opravy betonu. Vždy záleží na zvážení všech aspektů, podmínek a možností.

Jinou oblastí jsou opravy bezesparých syntetických podlahovin /stěrek, plastbetonů/. Nezřídka se stává, že vinou nevhodné technologie, nedodržením předepsaných podmínek /podkladu, prostředí, namáhání/ nebo použitím nevhodných surovin dojde k poruchám /lokálním nebo i celkovým/ takových podlahovin. V těchto případech je nejobtížnější poznat příčinu poruch. Může to být příčina chemická, fyzikální nebo fyzikálně-chemická, někdy i mikrobiologická. Pro identifikaci příčiny je třeba volit postup opravy; obvykle hlavní roli budou hrát hlediska chemická, v řadě případů je oprava nemožná /např. při chemické destrukci polyesterového polymerbetonu oxidací styrenu a vzniku rozkladných produktů/ a jediným řešením je obnova. Zásadou je, že nelze, jak se někdy stává, kupit na sebe další a další syntetické vrstvy k získání esteticky účinného povrchu /např. při lokálním opotřebení otěrem/. Takový způsob oprav vede nakonec vždy k neúspěchu a velkým - a zbytečným - výdajům. V některých případech pomůže ke

zpevnění plastbetonové vrstvy vhodná impregnace, jindy je nejvhodnější částečná výměna porušených míst; vytvoření nové povrchové vrstvy lze realizovat teprve po odstranění staré.

Přestože bylo publikováno velké množství údajů o modifikovaných cementových maltách, nedospělo se zatím z různých důvodů k jiným než fenomenologickým výsledkům. Každá práce, která tedy může objasnit skutečný přetvárný a pevnostní mechanismus aditivovaných cementových malt a jejich spolupráce se starým betonem a zejména pak mechanismus soudržnosti, je vítaná. Jeden z takových základních příspěvků představuje práce Dr. Chorinského /17 na mezinárodní konferenci ISAP 85, která z tohoto pohledu hodnotí vhodnost systémů, které jsou na trhu, a diskutuje možnosti dalšího vývoje. V tomto základním pohledu vyniká důležitost adekvátní přípravy opravovaného povrchu, jejíž zanedbání je pravděpodobně příčinou většiny poruch oprav. Důležitá je při opravách volba cest, zabraňující další korozi v narušeném vyztuženém betonu. Nejde pouze o opravu samu, ale i o vliv této opravy na další chování betonu i vyztuže a to nejen v opravovaném místě, ale i v celém prvku. S problémy s tím spojenými se snaží vyrovnat např. práce řady autorů na zmíněné konferenci. Veškeré úvahy a závěry z takových prací plynoucí musí být ovšem podloženy experimentálními pracemi. Přitom je důležité vytypování těch vlastností, a tedy i zkoušek, které jsou pro posuzovaný mechanismus rozhodující. Přehled takových

důležitých experimentálních charakteristik udává ve svém příspěvku na téže konferenci Naniwa /27/.

Vedle rozborů základního charakteru a experimentálních studií jsou ovšem nevyčerpatelnou studnicí poznání dobře vyhodnocované zkušenosti s provedenými aplikacemi. Jeden takový rozbor podávali na uvedené konferenci ve svém příspěvku o opravách s epoxidovými pryskyřicemi Lorin a Chamut /37/.

To, co bychom chtěli zdůraznit, je, abychom pro zrnko písku, na které se díváme lupou, neztratili pojem o silnici, na které se zrnko nachází. Vždy je totiž nezbytné posuzovat všechny vlastnosti a aspekty současně. Často se např. nadmíru hodnotí okamžitá hodnota soudržnosti správkové malty a základního betonu, aniž by se hlouběji zvažovala změna difúzních poměrů, způsobená opravou, v celé soustavě a s tím spojená změna jejich vlastností v čase. Nebo se přehnaně hodnotí chemická kompatibilita nebo chemická reakce a zapomíná se na ostatní, např. fyzikální aspekty. Jindy se zapomíná při hledání různých způsobů efektivních oprav na zasvěcenou aplikaci již dávno známých fyzikálních a zejména fyzikálně chemických zákonitostí povrchových jevů, které mohou mnohdy rozporné výsledky snadno vysvětlit, jindy ušetřit velké náklady a experimenty předem odsouzenými k nezdaru. Jednou z takových veličin je např. povrchové napětí a s ním spojená smáčivost.

Zkrátka za hlavní a nezbytné na cestě ke konečnému cíli trvalé opravy betonových povrchů považujeme, aby všechny vlastnosti a aspekty byly posuzovány současně a aby místo specializovaných analytických pohledů měl přístup k řešení problému spíše syntetickou povahu.

Literatura :

1. E.G. Chorinski: Repair of concrete floors with polymer modified cement mortars
2. R. Naniwa: Caractéristiques d'adhésion du mortier en monocouche épaisse pour la réparation des surfaces en béton
3. R. Chanut, R. Lorin: L'emploi des matériaux polymères en technique de réparation et de consolidation des chaussées en béton hydraulique des aéroports d'Orly et de Roissy-Charles de Galle