

Expertizní posudek
o příčinách vzniku trhlin v betonové ploše [redacted]
[redacted] a způsob sanace těchto po-
ruch

7 stran

15. 7. 1985

4 c/o Ústav teoretické a aplikované
mechaniky ČSAV
Vyšehradská 49, 128 49 Praha 2
tel. 29 75 78

SODNÍ ZNALEC V OBOU STAVEBNICTVÍ

Odvětví: - stavby obytné, průmyslové,
zemědělské
(spec.: stavební konstrukce
betonové, železobetonové
a konstrukce z plastických
hmot)
- stavební materiály
(spec.: aplikace plastických
hmot ve stavebnictví)
- ceny a odhady
(spec.: odhady oemovitosti)

Pozemní stavby Hradec Králové
podnikové ředitelství
Sušileva 1337
501 16 Hradec Králové

Praha, 15. července 1985

Dne 4.7.1985 jsem byl požádán zástupcem Vašeho podniku Ing. Bartoněm o technickou pomoc při objasnění příčin vzniku trhlin v betonové ploše [REDAKCE] a způsobu sanace těchto poruch.

Prohlídku na místě jsem vykonal dne 11.7.1985 za přítomnosti Ing. Bartoně, Ing. Hlouška, s. Škalouda z PS Hradec Králové a zástupců správy zimního stadionu.

Situace

Podle projektu Stavoprojektu Hradec Králové provádí rekonstrukci zimního stadionu závod 02 Pozemních staveb Hradec Králové. Rekonstrukce spočívá mimo jiné i v obnově chladicího systému na ploše stadionu. Rekonstrukce plochy, provedená podle údaje PS dle projektu, spočívala v uložení nových trubek chladicího systému na starou betonovou plochu a provedení nové vrstvy betonu v celkové tloušťce 8 cm. Trubky chladicího systému o \varnothing 32 mm byly ukládány na ocelové šablony vysoké 29 mm s výřezy pro trubky do poloviny jejich průměru ve vzdálenosti cca 10 cm osově. Každá trubka zůstávala tedy na betonovou vrstvu max. 35 mm. Žádné vyztužení betonové vrstvy nebylo navrženo ani provedeno.

Složení "betonu" podle návrhu PS, schválené údajně projektantem, bylo:

1450 hm.d. písku 0-4 mm z lokality Oplatil

550 hm.d. cementu SPZ 325 Prachovice

Vodní součinitel 0,47, ssednutí na kuželi 50 mm

Složení písku podle údaje PS:

> 4 mm	4,1 %
2 - 4 mm	12,5 %
1 - 2 mm	14,2 %
0,5 - 1 mm	48,1 %
0,25-0,5 mm	15,2 %
< 0,25 mm	5,9 %

Stará betonová plocha byla před instalací trubek zametena a před betonáží pokropena. Jiné úpravy styčné spáry nebyly prováděny.

Betonáž proběhla ve dnech 26.6. - 28.6. Betonování bylo prováděno po příčných pásech širokých cca 3 m nepřetržitě; ke zpracování bylo použito vibrační lišty.

Ošetřování betonu kropením v takových intervalech, aby povrch zůstává stále vlhký, započal druhý den po skončení betonáže a trvalo do 11.7.1985.

V průběhu tohoto období se objevily na menší části plochy pravidelné smršťovací trhliny, sledující trubky. Ojedíněle se objevila trhlina i v pracovní spáře mezi příčnými pásy. Prohlídkou na místě bylo zjištěno, že v některých místech jsou trhliny vytvořeny pouze ve vrstvě nad trubkami. V jiných místech procházejí trhliny až ke starému betonu; zde zřejmě nedošlo k dobrému přilnutí starého k novému betonu a k dobrému zhutnění betonu pod trubkami.

Stavbu je nutné předat do 6.8.1985, kdy započne výroba ledu pro běžný provoz stadionu.

Časové možnosti a rozbor problému

S ohledem na termín předání stavby nelze ponechat beton dostatečně vyzrát tak, aby převážná část hydratačního smrštění proběhla /min. 3 měsíce/. Na vlastní rekonstrukci zbývá po dosažení 28 dnů stáří betonu /a tedy dosažení předpokládaných hodnot pevnosti/ 9 dnů.

Toto časové omezení může způsobit, že jakékoliv rekonstrukční opatření nemusí být plně účinné a že i v budoucnu mohou vzniknout další obdobné poruchy /trhliny/ a s tím spojené další rozrušování betonu během zmrazovacích a rozmrazovacích cyklů. Napětí vznikající v novém betonu i na styčné spáře se starým betonem od značného rozdílu teplot /při výrobě betonu a při chlazení plochy/ jsou stejného znaménka jako napětí od smrštění; tím mohou poruchy od smrštění rozšířit nebo vyvolat další poruchy. To platí zejména tehdy, není-li zabezpečena dokonalá soudržnost nového a starého betonu. Situaci významně ovlivňuje i způsob rozdělení vznikajících napětí, který je ovlivněn jak hustým systémem trubek, tak existencí a způsobem uložení rozdělovací výztuže.

V daném případě ani opatření k zajištění dokonalé soudržnosti nového se starým betonem nebyla provedena, ani nebyla uložena do betonové vrstvy jakákoliv rozdělovací výztuž /sít/. Koncentrace napětí nad relativně /vzhledem k celé tloušťce/ silnými trubkami, působícími jako inkluze v příčném průřezu, musí za daných podmínek vyvolat trhliny téměř zákonitě. Bylo by s podivem, kdyby další trhliny již nevznikly.

Z uvedených důvodů i po provedené rekonstrukci v daném časovém období doporučuje se omezit v příští sezóně na minimum opakované odstraňování /roztátí/ a výrobu /zmražení/ ledové plochy. Čím méně bude těchto cyklů /ideálně žádný/, tím menší mohou být druhotné poruchy betonové plochy, způsobené mrznutím vlhkosti v otevřených smršťovacích trhlinkách, a tím menší také budou náklady na další rekonstrukci, se kterou se však musí v každém případě po skončení příští sezóny počítat. Doporučuje se též, aby snižování teploty při zahájení zmrazování probíhalo pozvolna, aby beton nebyl vystaven větším teplotním šokům.

Toto opatření může snížit výskyt /četnost/ dalších poruch.

Návrh opatření

Smyslem rekonstrukčních opatření je obnovit celistvost betonové plochy, utěsnit vzniklé trhliny a nez hutněná místa a obnovit, příp. zajistit soudržnost nové betonové vrstvy se starým betonem.

Způsob rekonstrukce bude dvojitý, podle druhu poruchy:

1/ v případě malých smršťovacích trhlinek nad chladicími trubkami, příp. v pracovních sparách, neprocházejících celou tloušťkou betonu, provede se jejich zaplnění vsakováním epoxidové pryskyřice z povrchu;

2/ v případě trhlín procházejících celou tloušťkou betonu, trhlín ve styčné spáře starého a nového betonu a dalších větších nehomogenit provede se zaplnění nízkotlakou injektáží vhodnou epoxidovou pryskyřicí.

Rozlišení obou druhů poruch se zajistí nejlépe poklepem ocelovou paličkou na povrch betonové plochy. Pokud beton je

znělý, jde o poruchy pouze povrchového rázu /ad 1/. Pokud se při poklepu ozývá dutý zvuk, došlo k některé z výše zmíněných větších poruch /ad 2/.

Technologie opravy

1/ Vsakování epoxidové pryskyřice do malých smršťovacích trhlin

Vsakování se provede na co nejvíce vysušeném betonu, tedy po 31.7.85. Protože ale k vysýchání může docházet pouze v období cca 14 dnů, je nezbytné počítat s vysokým obsahem zbytkové vlhkosti a musí být použito tvrdidlo schopné vytvrzovat epoxidovou pryskyřici ve vlhkém prostředí. Viskozita směsi musí být co nejmenší, použití nereaktivních ředidel je však třeba omezit na nejmenší míru.

Povrch betonu se vysaje průmyslovým vysavačem, zvláště nad trhlinkami. Připravenou směsí se štětkou přetírají trhlinky tak dlouho, pokud do nich směs vsakuje. Na povrchu betonu se nesmí vytvořit souvislý film epoxidové pryskyřice. S ohledem na to, že PS mají k dispozici v současné době epoxidovou pryskyřici ChS E 1330 a není reálné předpokládat, že v krátkém termínu realizace by mohly PS opatřit jinou epoxidovou pryskyřici, lze připustit její použití.

Složení směsi:

ChSE 1330	100 v.d.
ředidlo xylen:butanol 1:1	10 - 20 v.d.
tvrdidlo Resanil T8	26 v.d.

Životnost směsi cca 30 min.

2/ Nízkotlaká injektáž

V místech s dutým zvukem při poklepu se provedou přibližně ve vzdálenosti 25 - 50 cm vývrty cca \varnothing 4 - 8 mm, do nichž se osadí injektážní koncovky podle použitého injektážního zařízení. Trhliny se na povrchu rozšíří na šířku cca 5 mm a hloubku rovněž 5 mm do tvaru V a zatmelí se epoxidovou plastmaltou. Po zatvrdnutí tmele vhání se postupně v řadě za sebou injektážní směs jednotlivými injektážními místy vždy tak dlouho, než začne směs vytékat dalším injektážním místem. Předchozí injektážní místo se utěsní a s injektáží se pak pokračuje. Injektážní tlak by neměl přestoupit 2 Atm, výjimečně 4 Atm.

Složení injektážní směsi je stejné jako směsi v případě 1 pro vsakování.

Složení tmele:

Lze použít epoxidového tmele Retenol 2, příp. Retenol 1 /Spolek - Ústí/ a tvrdidla P 1 v poměru udávaném výrobcem.

Jinak lze tmel připravit ze směsi epoxidové pryskyřice /např. ChSE 1330/ a čistého, suchého, jemného křemičitého písku /pod 1 mm/ v poměru 1 : 3 hmotnostně, s tvrdidlem P 1 nebo P 11 v množství 11 hm.d. na 100 hm.d. pryskyřice.

Konečná úprava

Po odstranění injektážních koncovek, opravě poškozených míst povrchu epoxidovým tmelem a po jeho zatvrdnutí je vhodné povrch betonu přebrousit nebo ofrézovat. V každém případě je nezbytné všechna opravovaná místa pečlivě omýt silným saponátovým roztokem a důkladně opláchnout čistou vodou.

Vzniknou-li v průběhu zimní sezóny další poruchy, je třeba navrhnout a provést jejich sanaci individuálně, s uvážením skutečných příčin poruch a jejich rozsahu. Navrženou technologii opravy pro současnou fázi nelze pro takový případ mechanicky přenášet.

Richard A. Bareš