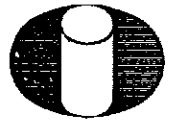


18.8

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO
1.ª REUNIÃO DE 1979



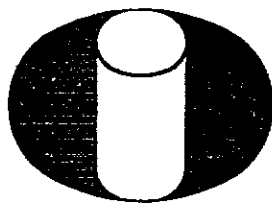
IBRACON

COLÓQUIO

FISSURAÇÃO DO CONCRETO

N.º 3

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO



IBRACON

CÓLOQUIO SOBRE "FISSURAÇÃO DO CONCRETO"

"INJEÇÃO DE RESINA EPOXI EM MICROFISSURAS DE CONCRETO"

Eng.º Walmor José Prudencio (*)

(*) Engenheiro da Concremat Engenharia e Tecnologia S. A. - Rio de Janeiro

INJEÇÃO DE RESINA EPOXI EM MICROFISSURAS DE CONCRETO

O trabalho relata o tratamento das microfissuras ocorridas em algumas placas de concreto simples e protendido dos pavimentos (pista e pátios) do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, visando garantir sua durabilidade através da eliminação de pontos de penetração de água que poderiam atingir suas camadas inferiores e suas armaduras de reforço com risco de implantação de focos de corrosão.

O processo exigiu averiguação às dificuldades impostas pela reduzida abertura das deformações.

Os estudos e a execução dos serviços foram desenvolvidos pela Concremat Engenharia e Tecnologia S/A. sob a coordenação do Eng^o Roberto Henrique Thomas.

1. PROGRAMAÇÃO DE SERVIÇOS

Estabeleceu-se o seguinte programa para o desenvolvimento dos serviços:

- 1.1. Elaboração de mapeamento detalhado das regiões fissuradas, com a orientação das mesmas;
- 1.2. Extração de corpos de prova, sob o plano das fissuras, com auxílio de sonda rotativa munida com coroa de diamantes com diâmetro de 3 polegadas para verificação da profundidade das mesmas.

Verificou-se também, através das extrações, que a grande maioria das fissuras ocorreram perpendicularmente à superfície das placas;
- 1.3. Leitura da abertura das fissuras através de fissurômetros de precisão. A variação de abertura foi de 0,4 a 0,6mm;
- 1.4. Estabelecimento de correlação entre extensão, largura e profundidade das fissuras, bem como da incidência das mesmas em regiões localizadas;

1.6. Classificação das fissuras.

2. PROCESSOS ADOTADOS NAS RECUPERAÇÕES

Após o estudo realizado, as fissuras foram classificadas - em dois grupos: de superfície e profundidade; especificando-se a recuperação segundo a orientação:

2.1. Concreto simples

- . Fissuras superficiais e de profundidade - Colmatação de superfície para vedação

2.2. Concreto protendido

- a. Fissuras superficiais - Colmatação de superfície para vedação
- b. Fissuras de profundidade - Injeção de resina epóxica.

3. METODOLOGIA DOS PROCESSOS ADOTADOS

- 3.1. As fissuras superficiais em concreto simples e protendido e de profundidade em concreto protendido, receberam ao longo da mesma um corte, com auxílio de disco de fibra diamantada de 4mm de largura e de 10 a 15mm de profundidade.

Após rigorosa limpeza através de jatos de ar comprimido, preencheu-se o corte com adesivo epóxico estrutural, visando apenas sua vedação, pois estudos afirmam que a entrosagem dos agregados é suficiente para garantir a transmissão dos esforços provenientes das solicitações na placa, não prejudicando o seu comportamento estrutural.

3.2. As fissuras de profundidade em concreto pretendido motivaram estudos que visaram:

- a. Especificar resinas com viscosidade compatível com a abertura das microfissuras;
- b. Determinar profundidade e espaçamento entre respiros e purgadores;
- c. Adequação da pressão necessária para injeção.

Esses estudos levaram às seguintes conclusões:

- A. Devido às pequenas aberturas das fissuras e ao tempo necessário para a injeção, foi desenvolvida uma resina de baixa viscosidade e com "pot life" mais elevado.

Suas características principais são as seguintes:

Densidade	1,00 a 1,010
Viscosidade-Aparelho Brookfied	50 a 100 C.P.S.
Cura	72 horas
Pot Life	> 24 horas

Para verificação de sua propriedade mecânica, foram desenvolvidos ensaios de rompimento à tração, na flexão de corpos de prova prismáticos de concreto de 15 x 15 x 75cm.

Esses ensaios foram realizados no laboratório da Fiscalização da obra e sob sua orientação.

Os corpos de prova foram preparados aplicando-se a colma nas faces das seções rompidas em ensaios anteriormente realizados.

Foram impostas também variações na cura dos corpos de prova preparados, bem como na rugosidade da superfície de colagem.

O quadro abaixo apresenta os resultados mais significativos obtidos nos ensaios realizados pela Fiscalização.

CP N ^o	CP HOMO-GÊNEO	JATO DE AR	CP ÚMIDO	FISSURA mm	CP CORTADO	TENSÃO (*)	OBSERVAÇÕES
2	Não	Sim	Não	5,34	Sim	32,0	Ruptura fora da Seção Colada
3	Não	Sim	Não	4,38	Sim	48,1	Idem
6	Não	Não	Não	1,08	Sim	57,8	Idem
8	Não	Não	Sim	1,76	Sim	40,9	Ruptura na Seção Colada
9	Sim	Não	Sim	0,96	Não	28,9	Ruptura fora da Seção Colada
10	Sim	Não	Não	0,96	Não	36,5	Idem

OBSERVAÇÕES:

1. Corpo de prova homogêneo foi representado por duas partes de um mesmo prisma anteriormente rompido.
2. Corpo de prova úmido significa que o mesmo permaneceu durante 24 horas imerso em água, tendo as seções de colagem recebido jato de ar para secagem superficial antes da aplicação do produto.
3. Os corpos de prova 6 e 8 foram cortados com serra elétrica apresentando seção de colagem lisa.
4. Constatou-se que em superfícies úmidas, houve retardamento da cura da resina, o que levou à conclusão da necessidade de se isolar as placas com fissuras tratadas por período não inferior a 14 dias.

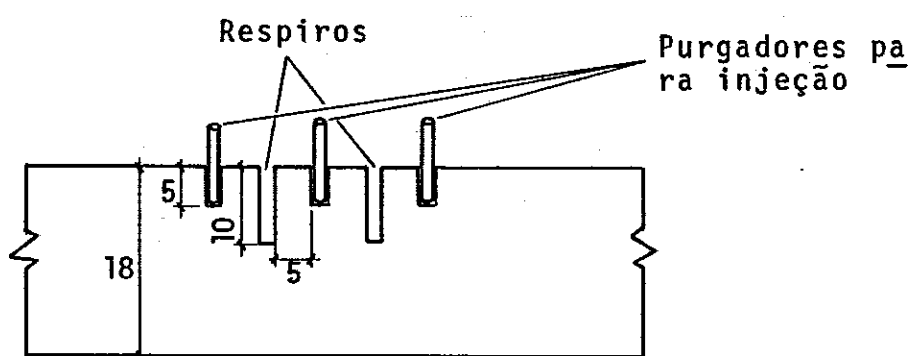
Outra característica verificada foi a deformação linear do produto através de corpo de prova cilíndrico com $\varnothing = 51,58\text{mm}$ e $h = 103,80\text{mm}$, no qual aplicou-se carregamento de compressão, aos 14 dias de idade, de 290 kgf/cm^2 e o índice obtido

foi de 62%, tendo o corpo de prova praticamente readquirido suas dimensões originais passadas 48 horas após o ensaio.

Para o serviço de injeção, devido à baixa viscosidade do produto, foi necessária a completa revisão dos equipamentos normalmente utilizados (seringas) com a colocação de fitas teflon em todas as juntas e a substituição dos cones de comando das torneiras por peças também de teflon.

- B. Devido à pequena abertura das fissuras, foram feitos numerosos testes para definir o espaçamento e a profundidade dos purgadores. A eficiência do processo era verificada através da injeção de água, quando se media a penetração da mesma em função das pressões aplicadas.

O processo que apresentou o melhor resultado foi o apresentado no esquema a seguir:



Corte perpendicular ao plano da fissura

OBSERVAÇÕES:

1. Os respiros são necessários para aliviar as pressões internas, permitindo penetração mais eficaz da resina.

Serviram também para observação lateral e controle do nível injetado.

2. As fissuras eram vedadas ao longo de toda sua extensão com resina epóxica de rápido en durecimento, para evitar que o produto injetado saísse pela superfície da placa.

Dessa maneira, todo o controle de preenchimento das fissuras é feito através dos pur gadores laterais e dos respiros.

3. O tratamento de limpeza das fissuras antes da injeção da resina mostrou-se extremamente im portante, pois desobstruía-as do pó que nelas penetravam quando da operação de abertura dos furos dos respiros e purgadores.

Inicialmente injetava-se água sob pressão até que saísse limpa pelos purgadores ou respiros adjacentes.

Após essa operação, injetava-se ar comprimido para a secagem superficial das faces que ficavam em contato com a colma.

4. A pressão de injeção da resina foi em média de 5 kgf/cm².

4. VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO PROCESSO

A eficiência do processo ficou provada pela extração de corpos de prova sobre o plano das fissuras tratadas, sendo esse inclusive o critério determinado pela Fiscalização para aceitação dos serviços.

Verificou-se o total preenchimento das fissuras pela resina injetada.

Foram executados ensaios de tração simples nos corpos de prova, extraídos das fissuras injetadas e os resultados alcançados foram da ordem de 40 kgf/cm², considerados satisfatórios.

O comportamento estrutural das placas ficou assim garantido.

B I B L I O G R A F I A
- - - - -

- CONCREMAT - ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A. Injeção de Resina Epoxi. Relatório Interno.
- GALLAY, Aimê. Métodos de Reparar Concreto em Função da Origem dos Defeitos.
- JARDIM, Marcelo Schultz & TIRADO, Rodrigo Amenabar. Os pavimentos de Concreto Simples e Protendido no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro. IBRACON. Seminário Sobre Pavimentos de Concreto. 1978.
- JOISEL, Albert. Fisuras y Grietas en Morteros y Hormigones. Espanha. Editores Tecnicos Asociados S/A.