



XII CONGRESSO BRASILEIRO
de PONTES e ESTRUTURAS
7 a 11 de junho de 2021 - Congresso Virtual

Proteção Contra a Corrosão de Cabos Pós-Tensionados em Pontes e Estruturas de Concreto

Luiz Paulo Gomes

IEC-Instalações e Engenharia de Corrosão Ltda

LPgomes@iecengenharia.com.br

Resumo

Os técnicos e engenheiros responsáveis pela manutenção de pontes e estruturas de concreto enfrentam sérios problemas de corrosão nos cabos de aço pós-tensionados, que são, como se sabe, elementos de extrema importância para a robustez dessas obras. Com o passar do tempo os fios de aço dos cabos protendidos, devido a defeitos na argamassa de enchimento, segregação e espaços vazios, podem apresentar problemas severos de corrosão causados pela absorção de água, sais, cloretos, oxigênio, ácidos e poluentes de um modo geral. Nesses casos, devido à falta de espaço para a instalação dos anodos, os sistemas de proteção catódica não podem ser utilizados para a proteção contra a corrosão dos cabos no interior das bainhas. O presente trabalho apresenta os resultados práticos de uma importante técnica para solucionar esses problemas, largamente utilizada no mundo inteiro, mediante injeção e impregnação sob pressão de uma resina anticorrosiva, de baixa viscosidade e alta fluidez, que inunda os espaços intersticiais entre os fios dos cabos de protensão, eliminando por completo os problemas de corrosão.

Palavras-chave

Concreto; cabos protendidos; corrosão; impregnação; proteção

Introdução

Os cabos tensionados para a construção de pontes e estruturas de concreto protendido podem ser, como se sabe, pré-tensionados ou pós-tensionados.

Os cabos pré-tensionados são instalados durante a pré-moldagem das peças, em canteiro especializado e os cabos pós-tensionados são instalados na própria obra, em bainhas metálicas ou não metálicas, após a concretagem.

Esses cabos, tanto os pré-tensionados quanto os pós-tensionados, podem apresentar, com o passar do tempo, problemas sérios de corrosão causados pela absorção de água, sais, cloretos, CO₂, oxigênio, ácidos e outros poluentes, devido a defeitos na argamassa de preenchimento, segregação e espaços vazios.

Para o caso dos cabos pré-tensionados, instalados sem a utilização de bainhas, os problemas de corrosão podem ser resolvidos com facilidade, mediante instalação de anodos galvânicos de proteção catódica, largamente utilizados para a proteção contra a corrosão de armaduras de aço embutidas no concreto.



XII CONGRESSO BRASILEIRO
de PONTES e ESTRUTURAS
7 a 11 de junho de 2021 - Congresso Virtual



Fig. 1: Instalação de Anodo de Proteção Catódica para a Proteção Contra a Corrosão de Armadura de Aço de Estrutura de Concreto ou Cabos Pré-Tensionados



Fig. 2: Anodos de Proteção Catódica em Fase de Instalação

Os anodos galvânicos podem ser instalados durante a construção da estrutura, durante os serviços de recuperação do concreto ou nos casos onde a corrosão ainda não aflorou, mas já está em atividade. Esses locais onde a corrosão ainda não aflorou mas já começou a corroer a ferragem podem ser levantados com facilidade mediante medições dos potenciais das armaduras em relação ao concreto e mapeamento completo dos pontos de corrosão.

Para o caso dos cabos pós-tensionados, entretanto, devido à falta de espaço para a instalação no interior das bainhas, os anodos de proteção catódica não podem ser utilizados e a proteção contra a corrosão dos cabos precisa ser feita de outra maneira.



Fig. 3: Cabos Pós-Tensionados com Problemas Sérios de Corrosão, Situação Comum de ser Encontrada e Pontes e Estruturas em Operação.

Observações de campo mostram que a durabilidade a longo prazo dos cabos pós-tensionados aderentes depende sempre das características da nata de cimento que os envolve. Na maioria das vezes a durabilidade dos cabos pode ser comprometida por problemas nessa argamassa, tais como a entrada de água e poluentes, vazios de preenchimento, contaminação por cloretos e utilização de diferentes materiais de preenchimento.

Para resolver esses problemas de proteção contra a corrosão dos cabos pós-tensionados, em estruturas novas ou em operação, técnicos especializados da canadense Vector-Corrosion Technologies desenvolveram uma importante tecnologia, já disponível aqui no Brasil, que consiste na injeção e impregnação sob pressão de uma resina anticorrosiva de baixa viscosidade e alta fluidez, que inunda os espaços intersticiais entre os fios dos cabos de protensão, eliminando ou reduzindo drasticamente os problemas de corrosão.

Descrição do Método

O sistema de impregnação foi desenvolvido especificamente para resolver os problemas de corrosão em cabos pós-tensionados aderentes em pontes e estruturas de concreto protendido. O fluido anticorrosivo de impregnação é aplicado sob pressão e injetado ao longo do comprimento dos fios para eliminar a corrosão em cabos com problemas de segregação, vazios e contaminação de água, cloretos e outros poluentes.

A impregnação do fluido protetor, uma resina polimérica de silicone de hidrocarbonetos de baixa viscosidade, é feita através dos espaços intersticiais que existem naturalmente nos cabos de aço tensionados de alta resistência. A injeção da resina, feita sob pressão, desloca a umidade da superfície do aço, inunda os espaços vazios da nata de cimento no interior das bainhas e forma uma importante barreira protetora contra a corrosão.



Fig. 4: A Injeção da Resina Polimérica é Feita nos Interstícios dos Cabos de Protensão

O processo de impregnação pode ser aplicado a partir das ancoragens das extremidades ou em locais intermediários ao longo do comprimento do cabo de protensão. Experiências e aplicações práticas mostraram que o material de impregnação pode fluir através dos espaços intersticiais ao longo do comprimento de um cabo a pelo menos 75m de distância, a partir de um único ponto de injeção.



XII CONGRESSO BRASILEIRO
de PONTES e ESTRUTURAS
7 a 11 de junho de 2021 - Congresso Virtual

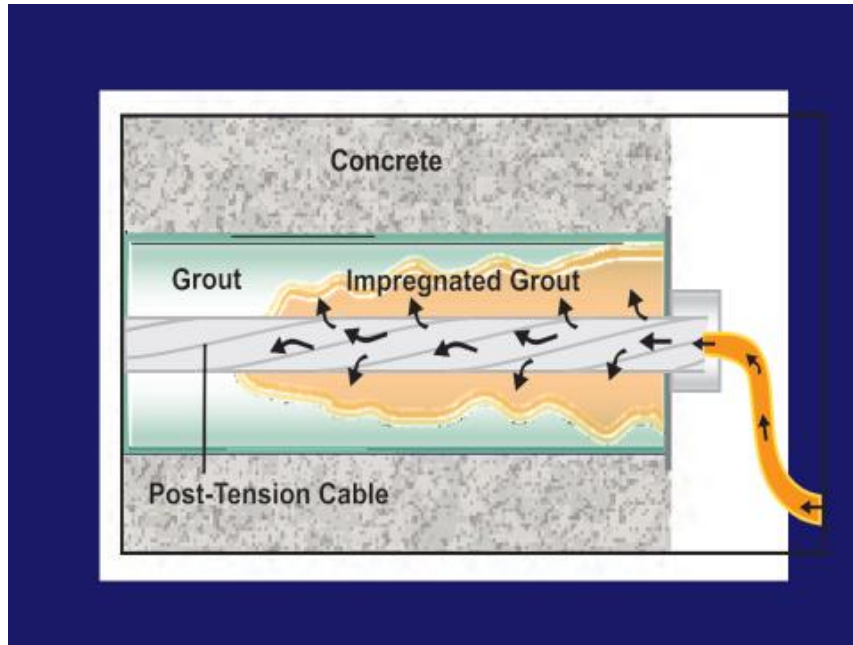


Fig. 5 Esquema de Impregnação Através da Ancoragem Final do Cabo Pós-Tensionado

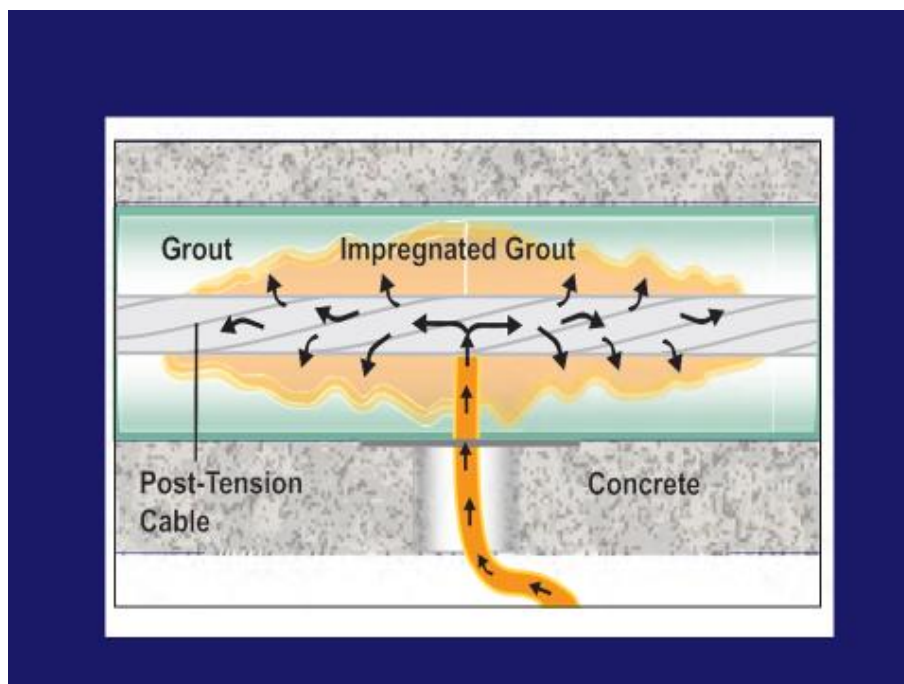


Fig. 6 Esquema de Impregnação Através de um Local Intermediário do Cabo Pós-Tensionado



XII CONGRESSO BRASILEIRO
de PONTES e ESTRUTURAS
7 a 11 de junho de 2021 - Congresso Virtual



Fig. 7 Impregnação Sendo Feito na Extremidade do Cabo Pós-Tensionado



Fig. 8 Fluido de Impregnação Saindo na Extremidade Oposta do Cabo Pós-Tensionado

Verificação do Desempenho

O sistema de impregnação foi submetido a testes extremos para verificar sua capacidade de eliminar a corrosão e prolongar a vida útil das estruturas pós-tensionadas.

O primeiro teste de laboratório realizado pela equipe técnica da Vector-Corrosion foi o Teste de Pulverização de Sal. Esse teste utilizou amostras de cabo de protensão tratadas e não tratadas com o material usado na impregnação, utilizando uma solução de cloreto de sódio a 5% e sulfato de sódio a 5%, simulando a água do mar. Os ensaios mostraram que os fios de aço tratados são altamente resistentes à corrosão.



Fig. 9 Amostras de Cabo Com e Sem o Material de Impregnação

O segundo ensaio de laboratório realizado foi Teste Potenciostático de Corrosão. As amostras de cabo com e sem o fluido de impregnação foram submetidas a um teste de injeção e medições dos potenciais de corrosão, com a duração de uma hora. O teste ajusta automaticamente a corrente aplicada para manter um potencial constante de +200mV, medido com um eletrodo de referência de Prata-Cloreto de Prata, muito utilizado em experiências e estudos de corrosão.

No teste a resistência à corrosão é medida pela redução da corrente necessária para manter esse potencial constante. Os resultados mostraram que as peças tratadas necessitaram de uma quantidade de corrente muito menor que as peças não tratadas, mostrando que, mais uma vez, adquiriram uma significativa resistência à corrosão.



Fig.10 Teste Potenciostático de Corrosão para Comprovar a Eficiência do Fluido de Impregnação dos Cabos Pós-Tensionados

Procedimento

O procedimento utilizado para a execução dessa tecnologia de impregnação de fluido para a proteção contra a corrosão de cabos pós-tensionados é o seguinte:

Primeira Etapa: Inspeção geral da estrutura e ensaios para identificar os cabos e diagnosticar os problemas de corrosão.

Segunda Etapa: Elaboração do projeto de impregnação e planejamento dos serviços.

Terceira Etapa: Execução dos trabalhos de impregnação e emissão de laudo técnico comprovando a eficiência dos serviços executados.



Fig. Serviços de Investigação dos Problemas de Corrosão em Cabos Pós-Tensionados

Conclusões

Do que foi exposto, podemos concluir que:

Os cabos de protensão, tanto os pré-tensionados quanto os pós-tensionados, podem apresentar, com o passar do tempo, problemas sérios de corrosão causados pela absorção de água, sais, cloretos, CO₂, oxigênio, ácidos e outros poluentes, devido a defeitos na argamassa de preenchimento, segregação e espaços vazios.

Para o caso dos cabos pré-tensionados, sem a utilização de bainha, os problemas de corrosão podem ser resolvidos com facilidade, mediante instalação de anodos galvânicos de proteção catódica, largamente utilizados para a proteção contra a corrosão de armaduras de aço embutidas no concreto.

Para os cabos pós-tensionados, entretanto, devido à falta de espaço para a instalação no interior das bainhas, os anodos de proteção catódica não podem ser utilizados e a proteção contra a corrosão precisa ser feita de outra maneira.

Para resolver esses problemas de proteção contra a corrosão dos cabos pós-tensionados, em estruturas novas ou em operação, técnicos especializados da canadense Vector-Corrosion Technologies desenvolveram uma importante tecnologia, já disponível aqui no Brasil, que consiste na injeção e impregnação de uma resina anticorrosiva de baixa viscosidade e alta fluidez, que inunda os espaços intersticiais entre os fios dos cabos de



protensão, deslocando a umidade, inundando os espaços vazios da nata de cimento no interior das bainhas, formando uma barreira protetora e eliminando ou reduzindo drasticamente os problemas de corrosão.

Referências

GOMES, LUIZ PAULO, Livro Sistemas de Proteção Catódica, Segunda Edição, 351 páginas, 2020, Editora Interciência, Rio de Janeiro, Brasil.

AHMAD, ANWAR, Bridge Preservation Guide, Publicado pela FHWA-Federal Highway Administration, August 2011, USA.

VECTOR-CORROSION TECHNOLOGIES, Corrosion Protection System for Bonded Post-Tension Tendons, 2018, Canadá.