
SERVIÇOS PARA EXECUÇÃO DE TUNEL EM PROCESSO NÃO DESTRUTIVO

3.3

CONTROLE INTERNO	Data	Junho/06					Notas
	Nº Folhas	7					
	Folhas Rev.						
	Responsável	Layse					
	Verificação	Dayana					
	Aprovação	Francisco					
	Edição	0	1	2	3	4	

5.3 ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS PARA EXECUÇÃO DE TÚNEL EM PROCESSO NÃO DESTRUTIVO ARMCO STACO TUNNEL LINER.

5.3.1 GENERALIDADES

Esta especificação trata dos procedimentos comuns a serem previstos na execução de Armco Staco Tunnel Liner. Este tunel, executado por escavação e montagem de chapas de aço corrugado, tem o seu revestimento em função de agressividade do meio, podendo ser galvanizado, epoxy ou sem revestimento, nos casos em que se fará uma posterior concretagem de proteção.

Materiais

Todos os materiais utilizados deverão atender integralmente as seguintes especificações adotadas pela ABNT, a saber:

- Cimento: EB-1 (NBR 5732) e EB-2 (NBR 5733).
- Agregados para concreto: EB-4 (NBR 7211).
- Concreto: NB-1 (NBR 6118)
- Ferragem: EB-3 (NBR 7480)

Os materiais abaixo relacionados, na falta de normas brasileiras, deverão seguir as seguintes normas norte-americanas:

- Aço:
 - AASHTO M167 – “Chapas estruturais para tubos, arcos de tubos e arcos”
 - ASTM A761 – “Aço, galvanização, estruturas de chapas corrugadas, amarração para tubos, tubos em arco e arco”.
 - SAE 1008 – “Perfis e chapas conformados a frio”.
- Zinco:
 - ASTM A760 – “Tubo, aço corrugado, cobertura zincada e galvanização”.
 - AASHTO M36 – “Cobertura metálica (zinco) corrugada de aço, calandra em canais de drenagem subterrâneos”.
 - ASTM A761 – “Aço, galvanização, estruturas de chapas corrugadas, amarração para tubos, tubos em arco e arco”.

ASTM A123 – “Galvanização a quente de produtos fabricados em prensa, calandra, forjados em chapas e em barras”.

ASTM A742 – “Chapa de aço e galvanização por imersão a quente.

– Parafusos:

ASTM A449 – “Parafusos de cabeça hexagonal de cabeça standart e pesada”.

ASTM A307 – “Parafusos de cabeça hexagonal, de cabeça standart e pesada”.

ASTM A563 – “Porcas de aço carbono”.

5.3.2 Cálculo Estrutural

A determinação da espessura da chapa a ser utilizada na estrutura, em função do tipo de solo a ser escavado e do diâmetro do túnel, obedece o procedimento de cálculo descrito na seção 16, do “Standard Specification for Highway Bridges” da AASHTO.

A definição da espessura da chapa será de responsabilidade da contratada para execução do Tunnel Liner.

5.3.3 Processo Executivo

As etapas executivas a serem atendidas na montagem do tunnel liner são as seguintes:

Locação

A execução dos túneis deverá ser precedida da locação da obra, de acordo com o elementos de projeto.

A locação será efetuada mediante a implantação de piquetes no alinhamento da linha de centro das chapas de fundo e do nivelamento dos mesmos, obedecendo a declividade do projeto.

Manter um afastamento mínimo de acordo com indicação do projeto do fabricante para permitir a distribuição de cargas uniformes do aterro entre as mesmas.

Os elementos de projeto tais como, tais como estaca, esconsidade, comprimentos e contas poderão sofrer pequenos ajustamentos nesta fase.

A declividade da obra deverá ser continua, salvo indicação específica no projeto.

Emboque

O emboque da obra, em função do relevo do terreno, poderá ser:

DIRETO → quando o início (emboque) da travessia ocorre diretamente no talude, sem a necessidade de transporte vertical de solo.

1. Executa-se a montagem prévia de 02 anéis da estrutura, que deverão ser alinhados e nivelados de acordo com os pontos topográficos da obra.
2. Estes dois primeiros anéis, devidamente alinhados e nivelados, deverão ser calçados por intermédio de solo ou calços de madeira, a fim de que sejam utilizados como guia do emboque da travessia no talude.

INDIRETO → quando há necessidade de executar poço de ataque para atingir a cota da travessia e, por consequência, ocorre o transporte vertical de solo por intermédio de guincho de coluna.

1. O poço de ataque deverá ser executado com o mesmo tipo de estrutura, porem com diâmetro 0,80m maior do que a da travessia.

É recomendável limitar o diâmetro do poço ao mínimo de 2,40m, para a operação segura do guincho de coluna.

2. Após a execução do poço, a execução deverá prosseguir de acordo com as etapas descritas para o emboque direto.

Implantação

Tendo sido locado o eixo da obra, e dado o início da escavação manual da frente de ataque, a escavação deve ser feita dentro de um perímetro o mais justo possível à circunferência externa do Tunnel Liner e com profundidade aproximada de 0,46m.

Imediatamente após esta etapa, executa-se a montagem do primeiro anel. Depois de montado o primeiro anel do Tunnel Liner, nova série de operação permitirá a montagem do anel seguinte e assim sucessivamente.

Deverá ser adotado, ainda, o seguinte procedimento:

– Escudo frontal

A frente que será escavada terá seu talude escorado por um escudo frontal, constituído de chapas metálicas trapezoidais com espessura de 1/4". Estas cobrirão toda a superfície do talude frontal. As chapas devem ser escoradas com pressão, sobre o terreno, por estroncas metálicas extensíveis à custa de dispositivos telescópico de rosca. As estroncas são apoiadas nos flanges do trecho já montado de Tunnel Liner para permitir a escavação da frente. Nas chapas do escudo, as estroncas também se apóiam sobre reforços do tipo cantoneira em aço. As chapas metálicas que constituem o escudo frontal são removidas uma de cada vez. Após a escavação do solo de um comprimento correspondente a um novo anel, serão montadas as chapas superiores do Tunnel Liner, que ficarão suportados pela emenda flangeada com a anel anterior e pelo uso de escoras inclinadas apoiadas no fundo do túnel. Depois que todas as chapas do escudo frontal forem transferidas para a frente, o espaço escavado permitirá o complemento do novo anel de Tunnel Liner. A câmara de trabalho estará com a frente escorada pelo escudo frontal e o teto da escavação sustentada pelas chapas do túnel. Depois de montado o anel do Tunnel Liner novas séries de operações permitirão a montagem dos anéis seguintes e assim sucessivamente.

Emendas Aparafusadas

Os anéis são solidarizados nos adjacentes por parafusos e porcas de 5/8 x 1 ½", que devem ser distribuídos ao longo das flanges laterais dos anéis. As chapas de cada anel são emendadas por transpasse e porcas das mesmas dimensões, porém com o pescoço quadrado e providos de arruelas de pressão. Este sistema mantém o parafuso no furo, também quadrado da chapa, para permitir que a porca seja apertada pelo lado interno.

Injeção de Solo/Cimento

Os espaços vazios que por ventura existam entre a face externa do TUNNEL LINER e o terreno natural devem ser preenchidos a fim de se evitar racalques posteriores.

Para isso, deve ser usado um material de preenchimento flexível e de boa resistência à compressão ou outro aglomerado, dependendo das condições locais e do método a ser aplicado:

- a) Manual – Após a montagem do anel, o mesmo deve ter sua face externa preenchida, com a utilização de soquetes, com emprego de material argiloso.
- b) Mecânico – Em anéis alternados, ou em todos os anéis para os diâmetros maiores que 1,60m, deverá ser feito o preenchimento com argamassa fluida. Este preenchimento deverá ser feito através de furos existentes nas chapas, apropriados para a colocação de bico de injeção. A argamassa terá o seu traço dosado e deverá ser misturada em equipamentos elétricos ou mecânicos. O material de preenchimento deverá ter as seguintes características: fluidez, ligeiramente expansível e de razoável resistência à compressão. A bomba deverá injetar o material a uma pressão em torno de $2,0 \text{ kgf/cm}^2$. Durante o preenchimento, deverão ser checados os anéis através da procura de “som oco”, que evidencie a existência de vazios. Caso seja constatada a existência de vazios, deverá ser executada uma nova injeção neste local.

Havendo necessidade de se aumentar a estanqueidade do TUNNEL LINER, para evitar fuga de argamassa, pode-se introduzir nas emendas entre as chapas uma tira de feltro espuma.

5.3.4 Rebaixamento do Lençol Freático

Na dependência da altura do lençol d'água e da permeabilidade do solo, pode haver a necessidade de se proceder o rebaixamento do lençol freático, podendo ser utilizadas as seguintes duas modalidades: poços profundos ou ponteiros filtrantes. A determinação do método a ser aplicado será função das condições do local da obra.

5.3.5 Acompanhamento Topográfico

A declividade e alinhamento definido em projeto serão controlados através de teodolito ótico ou eletrônico a cada três anéis montados.

5.3.6 Bocas

Quando houver, a confecção das bocas dos túneis metálicos será iniciada pela escavação das valas necessárias a execução do paramento frontal. Segue-se a instalações das formas necessárias a concretagem deste paramento, a disposição das armaduras, o lançamento a vibração do concreto. O concreto deverá ser dosado experimentalmente para uma resistência característica compressão, aos 28 dias, de 15,0Ma, devendo ser preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118. Nesta ocasião deverão ser uma das formas de cada ala. Posteriormente, serão instaladas as formas e armaduras remanescentes das alas, lançando e vibrando o concreto, concluindo-se a execução da boca. Para a amarração e ancoragem dos túneis metálicos corrugados as alas de concreto, deverão ser utilizados parafusos com 150mm de comprimento que são aparafusados nas embocaduras dos túneis antes da concretagem.

5.3.7 Controle

Controle Geométrico e de Acabamento.

O controle geométrico consistirá na conferência por métodos topográficos correntes, do alinhamento, esconsidades, declividades, dimensões internas, comprimentos e cotas dos túneis executados e respectivas bocas. As condições de acabamento serão apreciadas, pela Fiscalização em bases visuais. Além disso deverá ser verificada atentamente se existem espaços vazios no aterro batendo-se suavemente alguma ferramenta nas chapas, procurando captar pelo timbre e duração do ruído (som oco ou não) a presença de vazios entre a estrutura e o aterro.

Controle Tecnológico

O controle tecnológico do concreto empregado nas bocas será realizado pelo rompimento de corpos de prova a compressão simples, aos 7 dias de idade, de acordo como o prescrito na NBR 6118 de ABNT para controle sistemático. Para tal, deverá ser estabelecida, previamente, a relação experimental entre as resistências e compressão simples aos 28 aos 7 dias. As posições e bitolas das armaduras das bocas deverão ser conferidas antes da concretagem.

Aceitação

O serviço será considerado aceito desde que atendidas as seguintes condições:

- a) O acabamento seja julgado satisfatório;
- b) As características geométricas previstas tenham sido obedecidas, não sendo admitidas variações em qualquer dimensão superiores a 5% para ponto isolado.
- c) A resistência a compressão simples estimada (f_{ck}) do concreto utilizado, definida na NBR 6118 da ABNT para controle sistemático, seja superior a resistência característica especificada.
- d) Todos os parafusos deverão desta apertados satisfatoriamente.
- e) Não existindo vazios entre as chapas e o aterro.