

Plano e Procedimento da Garantia de Qualidade para Projecto de Engenharia

Obras de Pegões (Caissons)

1. Generalidades e Campo de Aplicação

Os pegões (caissons) é realizada pelo método mecânico ou pelo método manual. Geralmente, a estabilidade da escavação dos pegões deve ser mantida através da parede de cortina contínua, reforçada por anéis de betão que não deve exceder 1m de altura. Os anéis de betão podem ser realizados dentro dos pegões ou transportados para os pegões após a prévia preparação na superfície.

A garantia de qualidade dos pegões deve consistir dois requisitos fundamentais:

- ✓ Requisito da localização do pegão;
- ✓ Requisito de integridade e capacidade de carga do pegão.

Os dois requisitos fundamentais devem estar de acordo com o projecto, relevantes normas e regulamentos.

2. Requisitos dos Documentos de Garantia de Qualidade de Projecto de Engenharia

Os documentos abaixo referidos devem ser submetidos de acordo com as fases da execução dos pegões para fim de aprovação ou de registo.

Antes da construção

- ✓ Plano de monitorização do local da obra e dos edifícios vizinhos;
- ✓ Relatórios do estudo geológico (se necessário);
- ✓ Informações detalhadas sobre os materiais utilizadas para a construção de pegões (incluindo certificados de produção dos produtos de aço, informações da mistura inicial e especificações do betão, cimento, agregados, adjuvantes e aditivos, etc);
- ✓ Método de construção de pegões;
- ✓ Plano de inspecção.

Durante o processo da construção ou durante a recepção

- ✓ Desenhos topográficos da localização dos pegões (incluindo a desviação geométrica);
- ✓ Registos e relatórios dos ensaios dos materiais;
- ✓ Plantas de telas finais e registos de construção dos pegões (do nível da escavação até nível projectado ou até a cota final);
- ✓ Relatórios dos ensaios dos pegões (incluindo informações de carotagem contínua, ensaio sónico transversal ao longo dos pegões, etc).

3. Inspeção, Ensaio e Recepção

Os itens para a inspeção dos de obras de pegões representam-se no seguinte quadro:

Quadro dos Itens para Inspeção de Obras de Pegões							
Itens para Inspeção	Objectivos	Desvio da Localização		Controlo de Execução	Frequência da Inspeção	Norma a Cumprir	Nota
		Horizontal	Vertical				
Controlo do Ponto de Referência		✓		✓	Cada Pegão	a, b, c	
Cabeça dos Pegões		✓	✓	✓		a, b, c	
Dimensão				✓		a, b, c, d	
Verticalidade				✓		a, b, c, d	
Nível Freático				✓		-	
Registo de Escavação da Camada de Solo				✓		-	
Exemplar do Estrato da Suporte da Carga / do Maciço Rochoso				✓		-	
Inspeção do Equipamento				✓	Antes da construção	-	

Nota: Norma a Cumprir

- a – Regulamento de Fundações [1]
- b – Guia de Dimensionamento Fundações [2]
- c – Regulamento de Estruturas de Suporte e Obras de Terra [3]
- d – Especificações Técnicas do Projecto / Cadernos de Encargos

Inspeção, Ensaio e Recepção (continuação)

Os itens para o ensaio e recepção dos trabalhos de obras de pegões representam-se no seguinte quadro:

Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção de Obras de Pegões									
Itens	Objectivos	Material	Integridade	Estrato da suporte de Carga / Maciço Rochoso	Capacidade de Carga	Frequência Recomendada do Ensaio	Norma a Cumprir	Critério de Aceitação	Nota
Ensaio de Resist. à Tracção do Aço ¹		✓				-	-	-	
Ensaio de Resist. à Compressão do Betão ¹		✓				-	-	-	
Ensaio Sónico Transversal ao Longo da Estaca ²		✓	✓			100%	a, b, c	-	
Ensaio de Carotagem de Betão ³		✓	✓			5%	a, b, d	i	
Ensaio de Perfuração Pneumática ⁴				✓		100%	a, b	ii	
Ensaio de Carotagem Contínua de interface de camada de betão / rocha ⁵			✓			100%	a, b	-	
Ensaio de Carga Estática					✓	1%	a, b, d, e	i	

Nota: Método dos Ensaio

1 – As informações detalhadas do ensaio de resistência à tracção do aço e resistência à compressão do betão podem ser encontradas no relativo plano e procedimento da garantia de qualidade.

2 – Ensaio Sónico Transversal

O equipamento do ensaio (incluindo dispositivo do ensaio, emissor, receptor, etc) permite a verificação da integridade e qualidade do betão através do envio dos sinais ultra-sónicos nos tubos de acesso devidamente instalados no interior dos pegões.

Antes da colocação da gaiola do aço, devem ser instalado os tubos de acesso no lateral interior da gaiola por meio de soldadura ou de amarração. A distância entre pontos de fixação do tubo de acesso não pode exceder 1m, e os tubos de acessos devem estar equidistantes e erguer 1.5 m acima da superfície do terreno para a execução do ensaio. Dependemente da profundidade dos pegões devem adoptar para tubos de acesso com diâmetro mínimo de 50 mm.

O número dos tubos de acesso é determinado de acordo com o diâmetro dos pegões, sendo um par de tubos se criam 1 secção de ensaio; utilizam-se 3 tubos de acesso para diâmetro 0.75 ~ 0.9 m e 4 tubos de acesso para diâmetro superior a 0.9 m (criando 6 secções de ensaio).

Para resultados que requerem re-verificação, devem ser feito ensaio adicional de carotagem de betão ou devida reparação.

Após a aceitação do resultado do ensaio, deve ser preenchido com argamassa sem contracção, devidamente aprovada, no orifício perfurado.

3 – Ensaio de Carotagem de Betão

O ensaio é realizado através equipamento mecânico perfurador, permitindo a verificação da integridade e a resistência à compressão do betão de estacas. A carotagem é feita ao longo da estaca e abaixo da base do estrato do suporte da carga/maciço rochoso. O comprimento da carotagem deve ser metade do diâmetro ou 1m (o que for maior);

O diâmetro da carotagem deve ser no mínimo 3 vezes do maior diâmetro dos grãos, tendo no mínimo 70mm no geral [9].

Para o ensaio de carotagem de compressão uniaxial ao longo da estaca com comprimento menor que 10m, é sugerido retirar 2 conjuntos de amostra (3 carotagens por conjunto); para estaca cujo comprimento entre 10 e 30m, é sugerido retirar 3 conjuntos de amostra (3 carotagens por conjunto); para estaca cujo comprimento superior a 30m, é sugerido retirar 4 conjuntos de amostra (3 carotagens por conjunto) ;

A carotagem executada na parte superior da estaca não deve ser superior ao seu diâmetro ou 2m, o mesmo se aplica para a carotagem na base. A carotagem no meio da estaca deve ser equidistante em relação a parte superior e inferior;

Para caso de estaca que tenha carotagem em diferente profundidade, onde uma delas apresenta defeituosa, deve ser feito uma carotagem adicional na mesma profundidade para o ensaio de carotagem de betão;

Após a aceitação do resultado do ensaio, deve ser preenchido com argamassa sem contracção, devidamente aprovada, no orifício perfurado.

4 – Ensaio de Perfuração Pneumática

O ensaio é realizado por meio de máquina perfuradora, haste, cabeça da perfuração normalizada para a verificação de 4.5 m contínua de rocha para suporte de carga na base de pegões

5 – Ensaio de Carotagem Contínua de interface de camada de betão / rocha

O ensaio é realizado através equipamento mecânico perfurador, permitindo a verificação da integridade e a resistência da à compressão do betão de estacas. A carotagem é feita ao longo da estaca e abaixo da base do estrato do suporte da carga/maciço rochoso. O comprimento da carotagem deve ser metade do diâmetro ou 1m (o que for maior);

Geralmente, é sugerido a adopção de tubos de acesso com diâmetro mínimo de 150 mm, em ferro ou aço fundido, com uma distância mínima a 1m em relação a base da estaca. A forma de conexão entre tubos é sugerida ser executada de forma mecânica. O diâmetro mínimo da carotagem não deve ser inferior a 60mm;

Após a aceitação do resultado do ensaio, deve ser preenchido com argamassa sem contracção, devidamente aprovada, no orifício perfurado.

Norma a Cumprir

- a – Regulamento de Fundações [1]
- b – Guia de Dimensionamento Fundações [2]
- c – ASTM D6760 [4]
- d – Especificações Técnicas do Projecto / Cadernos de Encargos
- e – ASTM D1143 [5]
- f – Regulamento de Estruturas de Suporte e Obras de Terra [3]

Critério de Aceitação

- i – Quando os resultados do ensaio não estão de acordo com os requisitos dos regulamentos ou especificações técnicas, recomenda-se a escolha de 2 pegões vizinhos adicionais para a verificação. No caso de não verificar os requisitos, deve submeter plano/proposta remediável para o adequado trabalho de reforço.
- ii– Quando os resultados do ensaio não estão de acordo com os requisitos dos regulamentos ou especificações técnicas, deve aumentar a profundidade dos pegões até alcançar o estrato da suporte de carga/maciço rochoso de acordo com as especificações.

4. Referências

- [1] 地工技術規章, Regulamento de Fundações
- [2] 基礎設計指引, Guia de Dimensionamento Fundações
- [3] 擋土結構與土方工程規章, Regulamento de Estruturas de Suporte e Obras de Terra
- [4] ASTM D6760, Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foudations by Ultrasonic Crosshole Testing
- [5] ASTM D1143, Standard Test Method for Piles Under Static Axial Compressive Load
- [6] General Specification for Building, Architectural Services Department, Hong Kong SAR
- [7] General Specification for Civil Engineering Works, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region
- [8] 樁基檢驗手冊, 中國水利水電出版社
- [9] JGJ 106, 建築基樁檢測技術規範