

Resumo

A rotura de elementos de betão armado por punçoamento tem sido o foco de atenção de um grande número de publicações ao longo das últimas décadas. Apesar de terem sido desenvolvidas várias abordagens racionais para descrever este tipo de rotura, ainda não existe unanimidade em torno de uma teoria mecânica que descreva de forma completa e consistente este fenómeno. A teoria apresentada por Kinnunen e Nylander (1960), que relaciona a resistência ao punçoamento com as deformações da laje na rotura, teve um grande impacto nesta área de investigação. Posteriormente e desenvolvida em coerência com o referido trabalho, surgiu a Teoria da Fissura de Corte Crítica (CSCT no acrónimo Inglês), cujos primeiros princípios foram publicados em 1991 por Muttoni e Schwartz. A CSCT foi alvo de uma investigação intensa ao longo das duas últimas décadas com vista à sua validação, melhoria e extensão. O presente trabalho, composto por quatro artigos publicados em revistas científicas, investiga a aplicabilidade dos princípios da CSCT a elementos estruturais sem armadura de esforço transversal e com esbeltezas diferentes (fundações e lajes esbeltas).

Com o intuito de compreender as analogias e diferenças comportamentais de lajes esbeltas e compactas, apresenta-se um programa experimental sobre o punçoamento em fundações de betão armado. Os resultados experimentais demonstram que, para além das deformações de flexão, também as deformações de corte influenciam de forma significativa o estado de deformações na rotura de elementos compactos. É apresentado um trabalho teórico com base na aplicação do teorema superior da análise limite. Este trabalho demonstra a existência de uma interação corte-flexão que influencia a resistência de fundações compactas e que define uma transição entre os regimes de flexão e punçoamento puros. A comparação dos resultados teóricos e experimentais revela a necessidade de considerar os efeitos de deformação e de escala no cálculo da resistência ao punçoamento de fundações compactas com recurso à análise limite.

Os princípios teóricos da CSCT são revistos e discutidos, não só com o objectivo de estudar a transição entre os resultados da análise limite e da CSCT, mas também para compreender a forma como esta teoria trata as roturas por punçoamentos em elementos compactos. Este estudo demonstra que a teoria é aplicável tanto a elementos esbeltos como compactos, visto que de acordo com os seus princípios tanto as deformações por flexão como também as deformações de corte são consideradas na cinemática da fissura de corte crítica. Uma nova formulação do critério de rotura da CSCT recentemente proposta é teoricamente justificada com base nos diferentes modos de rotura de elementos esbeltos e compactos. A combinação deste critério de rotura com uma lei simplificada da carga-deformação permite derivar de forma analítica expressões de forma fechada para o cálculo da resistência ao punçoamento. As expressões referidas são validadas através de comparação com resultados experimentais.

É desenvolvido e apresentado um modelo mecânico para o cálculo da resistência ao punçoamento com base nos princípios teóricos da CSCT. Este modelo permite o cálculo refinado do critério de rotura através da integração das tensões que se desenvolvem ao longo da fissura de corte crítica. Este modelo é aplicado ao caso de lajes esbeltas e validado por comparação com resultados experimentais onde é obtida uma muito boa concordância. Um estudo paramétrico baseado no cálculo refinado do critério de rotura permite validar teoricamente a utilização dos critérios analíticos da CSCT, bem como das suas principais hipóteses. Finalmente, os resultados preliminares resultantes da aplicação do modelo mecânico ao caso de fundações e lajes pré-esforçadas demonstram que os princípios da CSCT são

igualmente válidos para estudar estes casos.

Palavras-chave: betão armado; resistência ao punçoamento; programa experimental; modelo mecânico; teoria da plasticidade; Teoria da Fissura de Corte Crítica (CSCT); critério de rotura; fundações; lajes; expressões de dimensionamento.