

Resumo

Refere-se o presente trabalho ao desenvolvimento de um modelo que permite efectuar a análise e a optimização de lajes de betão armado de geometria qualquer. A formulação apresentada baseia-se na discretização das lajes segundo uma malha de elementos finitos triangulares e nos conceitos de Método das Linhas de Rotura. Admitindo-se que as eventuais linhas de rotura coincidem com os lados dos elementos da malha e garantindo as condições de ductilidade necessárias para poder admitir o comportamento plástico do betão armado, estabelecem-se as relações estáticas, cinemáticas e constitutivas de um tal modelo obtendo-se um sistema governativo que através da Teoria de Karush-Kuhn-Tucker se reconhece ser equivalente a um par de programas matemáticos duais.

Desenvolvem-se programas de cálculo automático destinados a construir programas matemáticos não lineares que resolvidos permitem determinar por um lado, nos problemas de análise, o valor das cargas que conduzem à rotura da estrutura, bem como o respectivo mecanismo de colapso, sendo conhecidas as armaduras usadas e a espessura da laje e, por outro, nos problemas de optimização, a espessura da laje e as armaduras de flexão que conduzem à solução mais económica. A formulação desenvolvida permite, em qualquer dos casos, a optimização da geometria da malha de elementos finitos possibilitando o uso de malhas relativamente leves.

A principal preocupação consiste em verificar os estados limites últimos podendo, no entanto, serem acrescentadas condições que visam a satisfação dos estados limites de utilização. Nos problemas de optimização pode-se também definir condições com o objectivo de obter soluções às quais corresponde uma fácil execução em obra.

Resolvem-se alguns exemplos que pretendem ilustrar as potencialidades do modelo apresentado.

Abstract

The present work concerns to the development of a model which allows to carry out the analysis and the optimization of reinforced concrete slabs with any geometry. A form of triangular finite elements representation is used together with the Yield Line Method concepts. Admitting that the yield lines are restricted to element boundaries and guaranteeing the necessary ductility conditions to be satisfied, the plastic behaviour of the reinforced concrete slabs can be assumed and the statical, kinematical and constitutive relations of such a model can be established. According to the Karush-Kuhn-Tucker Theory, those governative relations can be recognized to be equivalent to a pair of primal-dual mathematical programs.

Computer codes were developed in order to build nonlinear mathematical programs. The purpose in the analysis problem is to find the value of the loads which lead to the structure breakdown, as well the

correspondent collapse mechanism. On the other hand, in a optimization problem the goal is to find the slab thickness and the flexural reinforcement in order to obtain the lower cost solution. In any of such cases the developed formulation allows to optimize the finite elements mesh geometry, making possible the use of relatively light meshes.

The fundamental objective is to ensure that the ultimate limite states are satisfied. However, additional conditions can be established in order to meet serviceability limit states. Some others conditions can be added so as to guarantee that the final solution can be easily performed.

Some illustrative examples are provided in order to demonstrate the model potentialities.