

Transformation of Earthquake loadings into Equivalent Static Loads

جلال اکبری¹، امیرحسین صدوقی²

akbari@malaveru.ac.ir ، Jalal.akbari@gmail.com -1

Abstract

Since all natural forces act dynamically into the structures, structural analyses and optimizations under such loads seem impossible due to various variables, non-linear time dependent constrains and objective functions. The static loads are an appropriate replacement for the dynamic or earthquake loads because of their facilities in practical applications. Due to such facilities, most of the constructional codes are intended to use equivalent static loads rather than dynamic loads. However; in some cases code's relations are over-designed and non-economic. On the other hand, structural dynamic analyses have a lot of information and output interpretations in which, are difficult and time-consuming process.

Thus, the main aim of this paper is to find accurate static loads in which are equivalent to the corresponding dynamic loads. Using such loads would be a desirable option for structural optimization which requires too much calculation. In this paper, an approach is proposed for transformation of seismic loads (in the form of seismograph) into equivalent static loads based on the finite-element method. Using the implemented code in the MATLAB environment and then solving a optimization sub-problem (sequential quadratic programming), transformation of seismic loads into equivalent static load, would be available.

This code has the capacity to perform modal analysis and to calculate the displacements of structural nodes via Beta Newmark method for two dimensional continuous, structural systems. The most crucial task in calculation of equivalent static loads is finding location of acting static loads that need engineering judgments.

The greatest advantage of this method is that, it is easy to use for optimizing structures under dynamic loads. By this code, all two dimensional plane stress or plane strain structures such as gravity dams, columns, beams, retaining wall, etc., could be optimized. To show the transformation strategy of seismic loads into equivalent static loads a numerical example has been illustrated.

With the mentioned methodologies, the structural optimizations of two dimensional structures for earthquake loadings are now available. The proposed methodologies in this paper could be applied for three-dimensional structures with small modification and mesh generation. Therefore, the users should be modified and edited the developed code for three-dimensional continuous applications.

کلمات کلیدی: structural optimization, equivalent static loads, earthquake loading

1. مقدمه

تمامی نیروهای واقعی در طبیعت، ماهیت دینامیکی داشته و تحلیل سازه‌ها تحت این بارها، دارای اطلاعات و داده‌های خروجی زیادی بوده و تفسیر و استفاده از آنها دشوار و زمان‌بر می‌باشد. به دلیل تحلیل ساده‌تر سازه‌ها تحت بارهای استاتیکی، این بارها می‌توانند جایگزین مناسبی برای بارهای دینامیکی به شرط حفظ همان پاسخ‌های دینامیکی باشند. روش‌ها و الگوریتم‌های موجود در نرم‌افزارها برای بارگذاری استاتیکی بخوبی توسعه داده شده‌اند. بدلیل همین سادگی، بیشتر آیین‌نامه‌های ساختمانی به‌سمت استفاده از بارهای استاتیکی به‌جای بارهای دینامیکی، سوق داده شده‌اند. لیکن در برخی موارد، روابط آیین‌نامه‌ای دست‌بالا بوده و باعث غیراقتصادی شدن طرح می‌گردند.

همچنین بهینه‌سازی سازه‌ها در سالهای اخیر روند روبه‌رشدی را تجربه کرده است. در تحقیقات پیشین، بهینه‌سازی انواع مختلف سازه‌ها برای بارهای دینامیکی توسط برخی محققین با انجام محاسبات پرهزینه انجام شده است [1]. در صورتی‌که بهینه‌سازی استاتیکی به‌دلیل سهولت در محاسبات، براحتی قابل انجام است. علاوه براین، بهینه‌سازی سازه‌ها در حوزه دینامیکی، تنها برای سازه‌های کوچک مقیاس قابل تحلیل و بررسی می‌باشند [1]. بدلیل وجود بارگذاری متغییر در زمان و ظهور قیود بیشمار و همچنین مشکلات محاسبات گرادیان در حوزه دینامیکی، بهینه‌سازی برای بارهای دینامیکی با روشهای رایج و شناخته شده دشوار بنظر می‌رسد. بنابراین، لازم است جهت سهولت در عملیات بهینه‌سازی، روشی قابل اطمینان و ساده که شرایط و پاسخهای مشابه بار دینامیکی اعمالی به سازه را بوجود می

¹ استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران و معماری، دانشگاه ملایر
² کارشناسی ارشد، دانش آموخته مهندسی سازه