

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

ESTUDIO SOBRE LAS OSCILACIONES

Y LA FLEXIÓN DE LOS PUENTES METÁLICOS AL PASO DE LOS TRENE

Este estudio constituye el objeto de dos importantes Memorias publicadas por M. F. Omori, la primera en el núm. 9 (1902) de las *Publications of the Earthquake Investigation Committee in foreign languages*; la segunda, en el número de Agosto 1907 del *Bulletin of the Imperial Earthquake Investigation Committee* (volumen I, núm. 4). Estas dos publicaciones han sido editadas en Tókyo (Japón).

En la primera Memoria, el autor da el resultado de observaciones y medidas hechas por él sobre doce puentes metálicos de caminos de hierro, de vigas rectas ó curvas de diferentes tipos y dimensiones con una y dos vías; la segunda encierra el resultado de observaciones y medidas análogas sobre otros veinticuatro puentes del mismo género.

En las dos series de investigaciones, los instrumentos empleados han sido seismógrafos registradores y portátiles, de construcción especial que el autor ha ideado para el objeto.

Estos aparatos se fijan muy fácilmente en cualquier punto conveniente del puente y sin ningún enlace con el suelo; no importa, pues, que el puente esté á más ó menos elevación sobre el fondo del valle. Un primer instrumento mide la flexión total (flexión estática á la cual se suma la deformación debida al movimiento vibratorio correspondiente á la máxima amplitud) del puente al paso de una carga, con tal que esta carga circule con una velocidad suficiente; otro instrumento mide el movimiento vibratorio que produce el paso de la carga según tres direcciones rectangulares. El estudio de los seismógramas obtenidos por medio de estos instrumentos permite sacar conclusiones sobre la solidez de un puente, sobre la manera de envejecer, sobre la existencia de ciertos vicios ocultos, sobre la posibilidad de poder hacer circular por él cargas más pesadas y á mayor velocidad, etc.

La comparación de los resultados obtenidos en puentes sanos permite, además, formular reglas de construcción relativas á las formas que se deben adoptar para realizar el máximo de resistencia y de seguridad con el mínimo peso de materiales.

Las primeras investigaciones del autor en este sentido han sido emprendidas para reconocer si el primer puente de hierro que se construyó en el Japón hace treinta y cinco años, el del Rokugo Gawa, estaba en condiciones de soportar las cargas más pesadas y las mayores velocidades de hoy.

M. Omori describe con detalle la construcción y el modo de empleo de sus aparatos y la manera de interpretar los resultados suministrados por los seismógramas, de los cuales reproduce un gran número.

Los resultados de sus observaciones se consignan en numerosos cuadros que indican todas las circunstancias de la observación, de tal suerte que el conjunto, puesto á la vista, da materiales de que se puede hacer uso á voluntad para obtener conclusiones propias si se desea.

Las conclusiones de estas investigaciones pueden resumirse como sigue:

El movimiento vibratorio de un puente metálico es análogo al de un temblor de tierra, y se compone de tres partes:

1.º Las vibraciones preliminares, muy débiles, que se producen antes de que la carga móvil penetre en el puente.

2.º Las vibraciones principales, que coinciden generalmente con el momento del paso de la carga.

3.º Las vibraciones que quedan como residuo, que van desapareciendo progresivamente y que duran algún tiempo después de que la carga ha salido del puente.

Para cada puente hay, en general, un período de movimiento vibratorio característico del puente, y que es el de las *vibraciones fundamentales*, según la vertical y según dos direcciones horizontales rectangulares, la una transversal y la otra longitudinal con relación al eje del puente. Á este movimiento vibratorio se añaden otros que le son armónicos, muy superiores, y cuya amplitud es mucho más débil, las llamadas *microvibraciones*.

Las primeras corresponden á los movimientos de conjunto del puente, y las otras á los movimientos de las diferentes piezas del puente que vibran cada una por su cuenta y cuyo movimiento repercute en las otras.

M. Omori ha observado flexiones de 29,5 milímetros y 25,4 milímetros y vibraciones de 9,2 milímetros y 8,5 milímetros de amplitud (doble) vertical para puentes de 60 y 32 metros de luz, producidas por el paso de dos locomotoras á velocidades de 27 kilómetros por hora. Los períodos (enteros) varían de 0,2 á 0,6 segundos; del mismo modo la amplitud transversal ha llegado hasta 12,4 milímetros y 15 milímetros con un período de 1,5 segundo.

Las vibraciones longitudinales son, en general, extremadamente rápidas; su amplitud varía de 0,9 milímetros á 2,7 milímetros; su violencia parece provocar el juego de los roblones y ser la causa principal de la debilitación de los puentes.

En general, el movimiento vibratorio fundamental de un puente débil es de más grande amplitud y de período más largo que el de un puente sólido.

El método de M. Omori se presta también al estudio del movimiento vibratorio: de las pilas de los puentes, de la vía y del material móvil de los caminos de hierro, navíos, altas chimeneas, macizos de fundación de máquinas, etc. Conduce siempre á formular conclusiones de un gran interés práctico.—O.