

Les vibrations: causes et méthodes de mesure, analyse du phénomène et moyens de le supprimer

Autor(en): **Moser, Konrad**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **118 (1992)**

Heft 10

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77760>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Les vibrations

Causes et méthodes de mesure, analyse du phénomène et moyens de le supprimer

Par Konrad Moser,
ing. dipl. EPF/SIA,
Institut de statique
des constructions
EPF-Hönggerberg,
8039 Zurich

Ces derniers 24 et 25 octobre 1991, le Groupe suisse de génie parasismique et de la dynamique des constructions (SGEB), un groupe spécialisé de la Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA), a organisé – dans le cadre de ses sessions bisannuelles réunissant des scientifiques d'Allemagne, d'Autriche et de Suisse – une rencontre sur le thème des vibrations, qui s'est déroulée dans le cadre de l'École polytechnique fédérale de Zurich. Pas moins de 26 contributions, consacrées à divers travaux de recherche et à quelques solutions pratiques liés à des problèmes d'oscillations et de vibrations, ont été présentées en cette occasion. Une discussion en plénum a suivi chaque exposé. Le responsable de la rencontre et tout à la fois président du SGEB, M. W. Ammann, de Schaan, a eu le plaisir de souhaiter la bienvenue à plus de 200 participants dont 70 s'étaient déplacés de l'étranger. Il se félicita du large écho suscité par le thème de cette journée d'étude.

Oscillations provoquées par l'homme

Consacrée aux oscillations induites par l'homme, la première session fut ouverte par H. Bachmann, détenteur de la chaire de statique des constructions à l'EPFZ. Le conférencier aborda le sujet de l'élimination des oscillations se manifestant dans les salles de gymnastique et halles de fête, sur les passerelles piétonnières et tours de plongeur. Après quelques explications liminaires, il présenta cinq cas concrets d'assainissement de structures diverses réalisés sous sa direction. Le premier cas cité fut celui d'une salle de gymnastique soumise à des oscillations trop importantes et où un cadre métallique de rigidité fut installé directement sous la dalle à nervures du bâtiment; dans une deuxième salle de sports dotée d'une dalle mixte, c'est un profil IPE qui a été soudé directement sur les structures portantes majeures. Des mesures de ce genre permettent de rigidifier les dalles de manière à supprimer toute vibration parasite. Dans le même objectif, on a, sous le plancher d'une salle de danse, érigé des piliers sup-

plémentaires à partir du sous-sol. Finalement, les problèmes d'une passerelle piétonnière manifestant une très faible capacité d'amortissement de l'oscillation propre (fig. 1) et ceux d'un plongeur jouxtant un bassin en plein air ont pu être résolus par l'installation de systèmes de masse-amortisseurs syntonisés. Dans le cas d'une autre passerelle encore, la méthode d'élimination des oscillations a consisté à renforcer les piliers par une gaine de béton armé qui a annihilé tous les phénomènes oscillatoires horizontaux.

Le professeur Meskouris parla, quant à lui, d'investigations relatives à un stade d'athlétisme, sujet à des oscillations trop intenses. Il s'attarda sur les mesures temporaires prises pour y remédier. La discussion qui s'ensuivit se focalisa sur le champ d'application des systèmes de masse-amortisseurs syntonisés par rapport aux mesures de renforcement de structures portantes. Ces systèmes amortisseurs semblent particulièrement adaptés aux structures portantes dotées de piliers et moins bien convenir pour les dalles et autres objets de ce type. Il semble toutefois difficile pour l'heure de formuler des règles strictes à cet égard. On peut affirmer pourtant que les amplitudes d'oscillations sont largement surestimées par les usagers.

Vibrations dues aux transports

Dirigée par R. Flesch, chargé de cours à Vienne, la deuxième session fut consacrée aux vibrations induites par les transports. Six conférenciers se succédèrent et expliquèrent différentes méthodes de protection à la source, auprès du récepteur des vibrations et de l'objet de transmission. Dans les deux premiers cas, une isolation «anti-vibrations» au moyen de plaques élastomères ou d'appuis à ressorts a prouvé toute son efficacité. Divers exemples d'utilisation de garnissage d'éléments amortisseurs en scories ou de fondations sur élastomères, liés surtout à la construction de métros, ont fait l'objet d'illustrations et d'explications diverses. Un bâtiment de sept étages, sis directement au-dessus d'un tunnel de métro, a été littéralement posé élastique-

ment au moyen de plaques élastomères sur des dalles prenant assise sur des têtes de piliers. Dans le cadre de la même session, un autre conférencier présenta les valeurs d'immersion indicatives appliquées en Suisse dans le domaine des vibrations, puis parla du bruit des structures dû au trafic ferroviaire, en cas de travaux d'extension ou de nouvelles installations. Un nouveau procédé, utilisé actuellement en Allemagne, a ensuite été présenté: il s'agit d'une méthode permettant de pratiquer une ouverture dans le sol de fondation à l'aide de buses à air et de tuyaux plastique renforcés par de l'aluminium. L'atténuation des vibrations qu'autorise un tel système et la résistance des tuyaux ont fait l'objet d'une discussion approfondie.

Méthodes de mesure et analyse du phénomène

La troisième session s'attacha aux méthodes de mesure et à l'analyse du phénomène des vibrations. G. Darbre, de Berne, fut chargé de cette session au cours de laquelle différentes possibilités de mesure et d'évaluation des vibrations furent commentées. Pour quantifier les vibrations ou les oscillations, on recourt le plus souvent à des récepteurs d'accélération. Les appareils de mesure et d'évaluation présentés par des exemples lors de cette session sont tous reliés à des ordinateurs plus ou moins puissants et permettent des évaluations (partielles) *in situ*. Les données numériques peuvent être rapidement exploitées et utilisées de manière adéquate. Ces instruments de mesure peuvent aussi servir à résoudre certains problèmes de responsabilité liée à des phénomènes vibratoires, puisqu'ils permettent une exploitation ininterrompue et sont par là en mesure d'attribuer sans équivoque les oscillations parasites à des sources diverses (exemple: deux chantiers sis à proximité d'une entreprise fabriquant des pièces destinées au secteur de l'électronique de précision).

Vibrations provoquées par des travaux de construction

La quatrième session, dirigée par H.J. Dolling, de Berlin, fut dédiée aux vi-

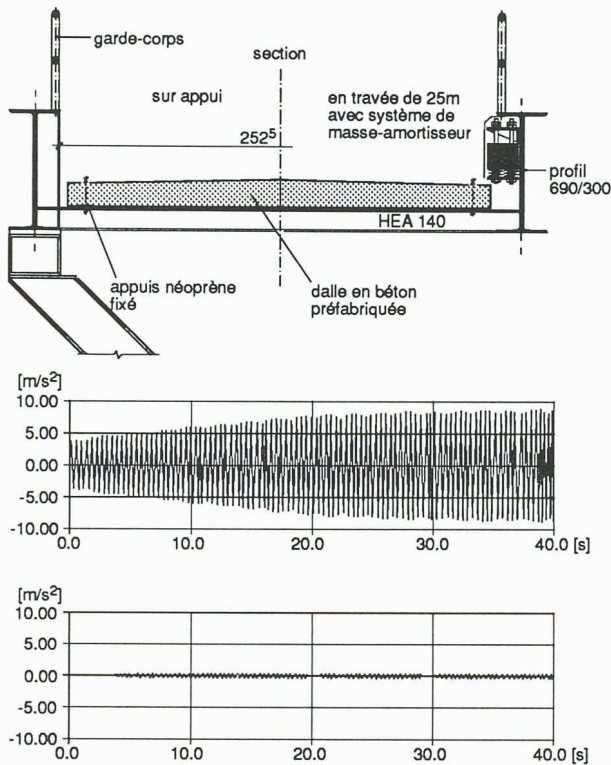


Fig. 1. – Coupe de la passerelle piétonnière et cyclable et profils d'accélération avec et sans système de masse-amortisseur sintonisé

Classe de sensibilité	Classe de fréquence	Valeurs de crête du vecteur de vitesse v_R [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]		
		fréquences déterminantes		
		< 30 Hz*	30 - 60 Hz	> 60 Hz**
(1) très peu sensible	occasionnel	Valeurs de référence: jusqu'à 3 fois les valeurs correspondantes de la classe de sensibilité (3)		
	fréquent			
	permanent			
(2) peu sensible	occasionnel	Valeurs de référence: jusqu'à 2 fois les valeurs correspondantes de la classe de sensibilité (3)		
	fréquent			
	permanent			
(3) normalement sensible	occasionnel	15	20	30
	fréquent	6	8	12
	permanent	3	4	6
(4) extrêmement sensible	occasionnel	Valeurs de référence: entre les valeurs de référence de la classe (3) et de la moitié de ces valeurs		
	fréquent			
	permanent			

* Pour des fréquences inférieures à 8 Hz, des valeurs de référence inférieures doivent être appliquées.
** Pour des fréquences supérieures à 150 Hz, des valeurs de référence supérieures peuvent être appliquées.

Fig. 2. – Valeurs indicatives de la vitesse d'oscillation suite à des travaux de construction (tiré du projet de norme SN 640 312)

brations imputables à des travaux de construction. Les participants reçurent tout d'abord des explications sur la deuxième partie de la DIN 4150 (édition jaune), qui présente une nouvelle méthode d'appréciation des vibrations provoquées par des travaux de construction. Les valeurs indicatives du nouveau projet de la norme suisse SN 640 312 ont ensuite été présentées et discutées (fig. 2). La nouveauté à cet égard tient surtout au fait que les valeurs indicatives sont échelonnées en fonction de la fréquence des effets. On peut constater l'existence d'un facteur 5 entre les valeurs indicatives de la vitesse d'oscillation de phénomènes occasionnels et celles de manifestations persistantes de ce genre.

Plusieurs conférenciers ont présenté et commenté des exemples de prévisions et de mesures faites dans différents types de sol. Un travail de recherche sur l'influence d'éléments constructifs fichés dans le sol de fondation, en vue de réduire les oscillations dans un ouvrage sis au-dessus, a été présenté tout en fin de session. La discussion s'est alors focalisée sur les grandes dispersions des valeurs relatives aux mouvements des sols et sur l'utilisation de telles valeurs indicatives et de référence en tant que limites fixes lors de procédures légales. La pondération des valeurs mesurées doit toujours être confiée à un expert car il s'agit en l'occurrence, et l'assemblée plénière s'est accordée sur ce point, non pas de pourcentages mais d'ordres de grandeur!

Vibrations induites par des machines

M. Wieland, de Zurich, fut chargé de diriger la session sur ce thème. Les oscillations occasionnées par de grosses machines, estampeuses ou presses par exemple, peuvent se propager dans le voisinage par le sol et y provoquer des perturbations, comme on l'a évoqué ci-dessus au paragraphe des transports. Ici cependant, les effets demeurent le plus souvent circonscrits au bâtiment d'où vient l'émission et où, par ailleurs, on assiste souvent à des vibrations des planchers. Une méthode s'est révélée très

efficace pour résoudre ces problèmes: l'isolation «anti-vibration» de la machine propageant les ondes perturbatrices. Plus rarement on procède également à l'isolation des appareils qui se révèlent sensibles à ce phénomène vibratoire. Pour calculer les oscillations résultant d'une activation périodique et adopter des mesures d'isolation, l'influence de l'amortissement revêt une grande importance. Aussi la discussion s'est-elle portée à plusieurs reprises sur les valeurs concrètes d'amortissement, mesurées ou évaluées.

Problèmes spéciaux

Les problèmes particuliers qui peuvent se présenter dans ce contexte ont fait l'objet de la dernière session, dirigée par A. Ziegler de Zurich. Les conférenciers ont parlé dans ce cadre, d'une part de l'élimination – par le biais d'injections dans le sous-sol – des oscillations liées à un ensemble de machines concentrées en un endroit et, d'autre part, d'une technique d'explosion dite douce (explosion effectuée dans des trous de forage remplis de bentonite). Puis, suivit un exposé théorique sur les oscillations des haubans de grandes plates-formes de forage off-shore, compte tenu de la seule incidence de l'eau. Etayée par des chiffres, une contribution pratique sur les oscillations des haubans clôtura la session. Elle donna lieu à des essais et à des calculs – vidéo et ordinateur à l'appui – concernant des haubans isolés et des câbles de mâts de stations émettrices.

Documentation

Les différents exposés susmentionnés ont été intégrés à la documentation de la SIA, sous le numéro D079. On peut les commander au secrétariat de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, case postale, 8039 Zurich, tél. 01/283 15 60.