

Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht

Band: 7 (1964)

Artikel: La précontrainte dans le renforcement des ponts métalliques de la
S.N.C.F.

Autor: Cholous, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-7876>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

IIIc1

La précontrainte dans le renforcement des ponts métalliques de la S.N.C.F.

Die Vorspannung als Mittel zur Verstärkung von Stahlbrücken der S.N.C.F.

Strengthening of Steel Railway Bridges by Prestressing

J. CHOLOUS

Ing. Principal, S.N.C.F., Paris

Une bonne partie des ponts-rails métalliques existant sur la S.N.C.F. ont été établis par les anciens Réseaux, à l'occasion de la construction de lignes nouvelles. On se trouve donc souvent en présence de vieux tabliers en fer calculés pour des surcharges et des vitesses très inférieures aux surcharges et vitesses actuelles.

Il arrive encore assez fréquemment que l'on se trouve devant la nécessité de renforcer un ouvrage. Ceci se produit notamment quand les nécessités du trafic ou le déclassement de matériels anciens conduisent à remplacer les machines autorisées par des machines plus agressives. Si les vérifications théoriques et expérimentales réglementaires démontrent que l'ouvrage est insuffisant dans ces nouvelles conditions, on doit se résoudre à prévoir un renforcement.

Il en est évidemment de même quand la résistance d'un ouvrage se trouve diminuée pour une raison quelconque ou que l'on se trouve dans la nécessité de déplacer un point d'appui.

Le renforcement doit être étudié de manière que la gêne apportée au cours des travaux à l'exploitation de la ligne soit réduite au minimum. La limitation des charges et a fortiori l'interruption de la circulation sont impossibles en règle générale. Dans le même esprit, on évite dans la mesure du possible les ralentissements et l'augmentation des intervalles de temps entre les convois.

Il faut, en outre, effectuer le minimum de dérivetages et de démontages divers, surtout s'il s'agit de tabliers en vieux fer, matériau sujet à fissuration.

Enfin, un renforcement doit toujours être assez large pour qu'il n'y ait plus à y revenir. On conçoit que le renforcement d'éléments anciens par des éléments nouveaux de forte section puisse poser des problèmes de transmission d'effort ou même d'exécution difficiles à résoudre.

Toutes ces sujétions conduisent en fait à remplacer les tabliers insuffisants de faible portée et les renforcements ne sont pratiquement à étudier que pour des ouvrages d'une certaine importance.

La situation se trouve évidemment très améliorée quand on peut, à l'aide

d'efforts de précontrainte judicieusement appliqués, obtenir des contraintes permanentes de sens contraires à celles provoquées par les surcharges.

Ce serait, par exemple, le cas d'une pièce tendue dont on pourrait, au moyen d'une simple précontrainte par câbles, augmenter notablement la résistance.

Ce procédé ne peut évidemment s'appliquer aux éléments comprimés ou fléchis. Pour ceux-ci il est difficile de concevoir un dispositif simple permettant d'exercer une précontrainte modifiant le sens des efforts sans être lui-même affecté par les surcharges. Il n'y a du reste que des avantages à ce que le dispositif participe à la résistance de l'ouvrage sous les surcharges et à admettre un système mixte agissant à la fois sur le sens des contraintes permanentes et sur la valeur des contraintes de surcharge.

Le seul dispositif de ce genre utilisé jusqu'à présent sur la S.N.C.F. revient à exercer sur les fermes principales des efforts ascendants, donc opposés aux charges, par l'intermédiaire de suspentes prenant appui sur une arcature légère. Les contraintes permanentes sont ainsi annulées ou même inversées, les poutres se comportant, sous l'action des surcharges, comme des poutres bow string avec arcs de faible inertie (poutres Langer). Les arcatures sont en effet autoancrées pour éviter le remaniement des corps d'appuis et des abouts du tablier.

La précontrainte au moyen d'un système d'arcs et de suspentes a été utilisée pour la première fois par la S.N.C.F. en 1939 pour le renforcement du pont sur la Siagne (km 185 + 535 de la ligne *Marseille-Vintimille*).

Il s'agissait d'un vieux tablier en fer (1862) en quatre travées de 82 m de longueur totale. Sous les surcharges envisagées, les longerons et pièces de pont étaient suffisants, mais il n'en était pas de même pour les poutres principales, l'importance des sections que l'on aurait dû ajouter aux membrures et aux treillis interdisant pratiquement le renforcement direct de ces éléments.

Le remplacement du tablier fut donc envisagé. Outre son coût élevé, cette solution avait le grave inconvénient de nécessiter des ralentissements de longue durée sur cette ligne parcourue par de nombreux rapides. Le système par précontrainte permit de résoudre le problème, en évitant à la fois les ralentissements et des travaux importants sur les poutres. Il comprenait essentiellement l'adjonction d'arcs de faible inertie reliés aux poutres par des suspentes réglées de manière à annuler les effets de la charge permanente. Il était possible mais non nécessaire d'aller plus loin et il fut, pour cette première application, jugé non désirable de provoquer les renversements des efforts dans cette vieille ossature rivée. Sous les surcharges, l'ensemble se comportait comme une poutre Langer continue (fig. 1) et fut calculé comme tel.

Le dispositif de réglage (fig. 2) se composait essentiellement de ressorts étalonnés interposés entre les poutres et les suspentes. Il suffisait ainsi, pour obtenir l'effort voulu, de comprimer par serrage de l'écrou le ressort d'une quantité déterminée et matérialisée par le jeu existant entre la rondelle sous

écrou et un élément de tube. Après réglage, les goussets d'assemblage furent percés, puis rivés et le dispositif provisoire déposé.

Les mesures effectuées tant pendant qu'après les travaux mirent en évidence les points suivants:

Les résultats de mesure et de calculs sont voisins. C'est ainsi que le soulèvement des poutres mesuré à l'aide d'appareils RICHARD a été trouvé égal à 1,3 mm pour les travées de rive et à 2,4 mm pour les travées centrales. Ce sont pratiquement les valeurs de calcul.

Les contraintes mesurées restent partout inférieures aux contraintes théo-

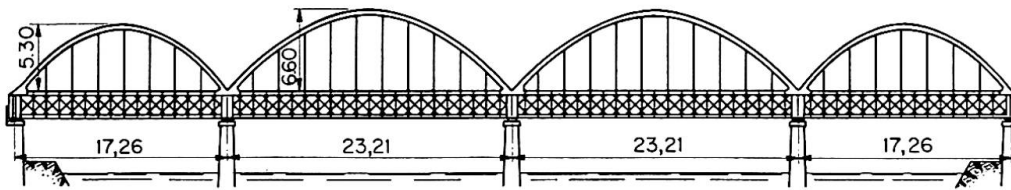


Fig. 1. Pont sur la Siagne.

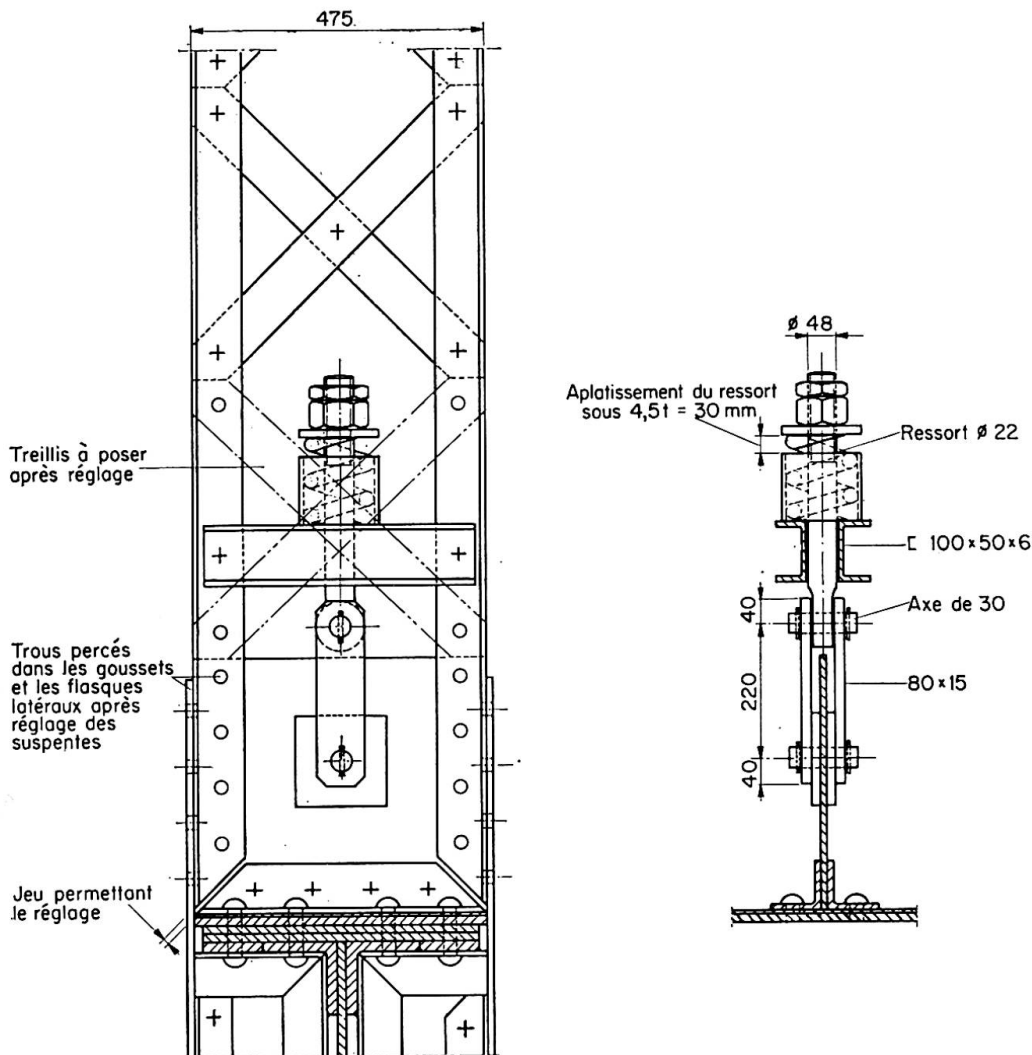


Fig. 2.

riques. Les différences, de l'ordre de grandeur de celles que l'on constate habituellement, sont évidemment dues au fait que le calcul néglige l'influence favorable d'éléments tels que la voie, le platelage et les longerons.

Malgré la complexité du système continu le réglage d'une travée n'est pratiquement pas affecté par celui des autres travées.

La circulation des trains pendant les travaux ne provoque pas non plus de perturbation sensible dans le réglage.

On peut également citer comme exemple de ce mode de renforcement celui du pont sur la Dranse (km 205 + 721 de *Longeray-Le Bouveret*).

C'est un tablier métallique de 69 m de longueur reposant d'une part sur les culées et, d'autre part, sur une pile intermédiaire.

La pile, située à l'origine dans l'axe du tablier (fig. 3), fut emportée au

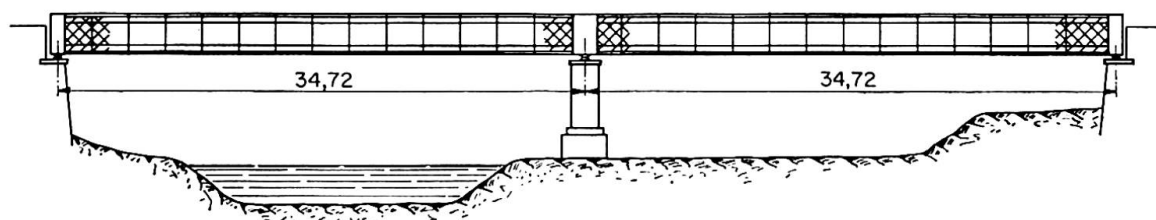


Fig. 3. Pont sur la Dranse.

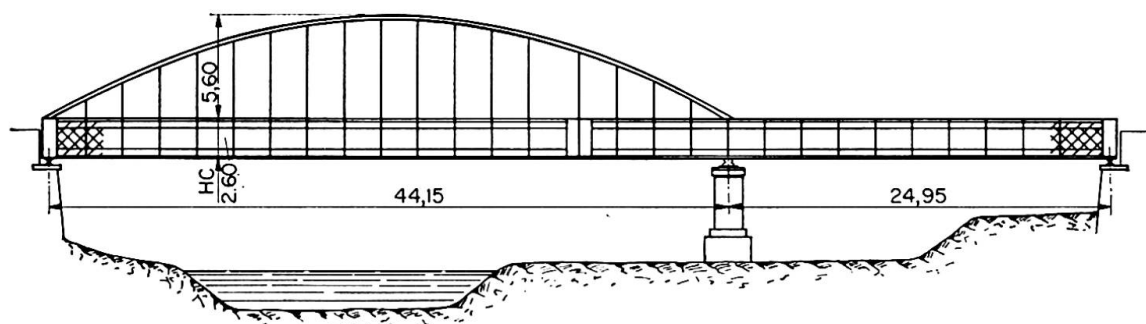


Fig. 4.



Pont sur la Dranse

cours d'une crue exceptionnelle et la circulation fut interrompue, le tablier n'ayant pas, par ailleurs, subi de graves dégâts et pouvant être conservé.

On reconstruisit la pile à un emplacement déterminé pour éviter le retour d'un pareil incident, ce qui conduisit à prévoir deux travées inégales continues (44 m + 25 m) (photo).

Le renforcement normal étant alors impossible, on recourut au renforcement par arcs et suspentes (fig. 4) en utilisant les mêmes procédés que pour le pont sur la Siagne.

Les travaux se poursuivirent sans incident et les mesures confirment la pleine efficacité du système.

Il est à remarquer que ce système donne des possibilités bien plus grandes que ne laisseraient supposer les exemples ci-dessus. C'est ainsi qu'à l'occasion de la construction de la nouvelle Autoroute du Nord on envisagea la suppression totale des appuis intermédiaires d'un tablier à cinq voies de 77 m de longueur, en trois travées (Pont dit «de Soissons» situé à la sortie Nord de Paris — fig. 5 et 6).

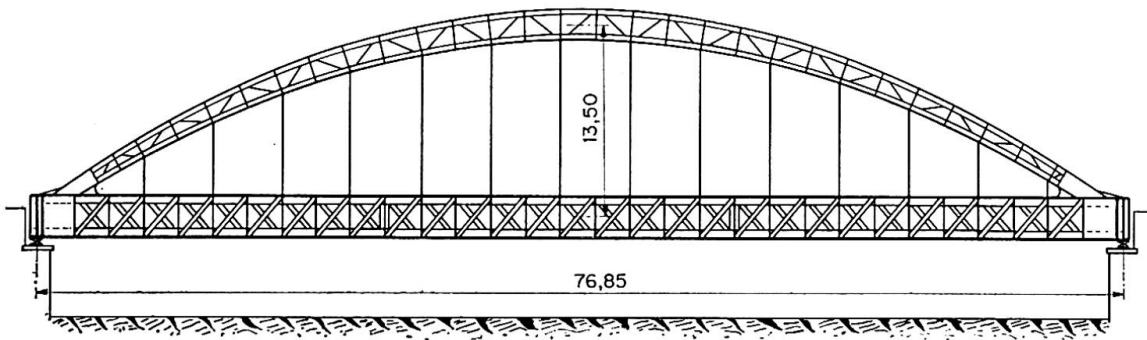


Fig. 5. Pont de Soissons.

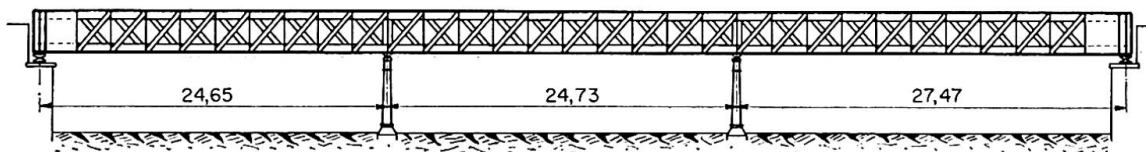
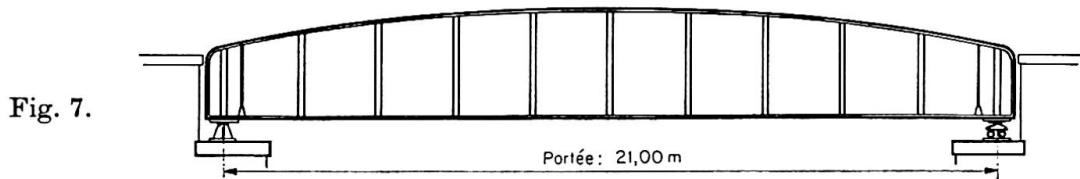


Fig. 6.

Les études furent poussées assez loin pour montrer, entre autres avantages, la facilité d'exécution d'une telle solution. Elle fut toutefois abandonnée à la suite de considérations étrangères à la résistance.

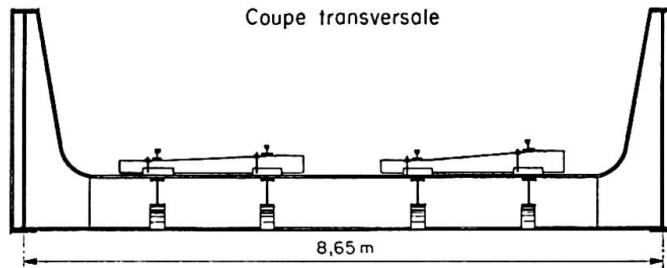
Pour terminer nous dirons quelques mots du renforcement par câbles de l'ouvrage 34 ter (km 54 + 903 de la ligne *Argenteuil-Juvisy*). Ce tablier, de 21 m de portée (fig. 7 et 8), fait partie d'une série de ponts en Ac 54 soudés, construits de 1934 à 1936 par les Chemins de Fer du Nord. Les examens opérés systématiquement sur ces ouvrages ont permis de déceler sur l'ouvrage 34 ter des fissures peu importantes, paraissant dater de l'origine et ne pas avoir évolué depuis. Toutefois l'ouvrage, situé sur la Grande Ceinture, est soumis à une

Elévation schématique



Coupe transversale

Fig. 8.



Ancrage des câbles de précontrainte

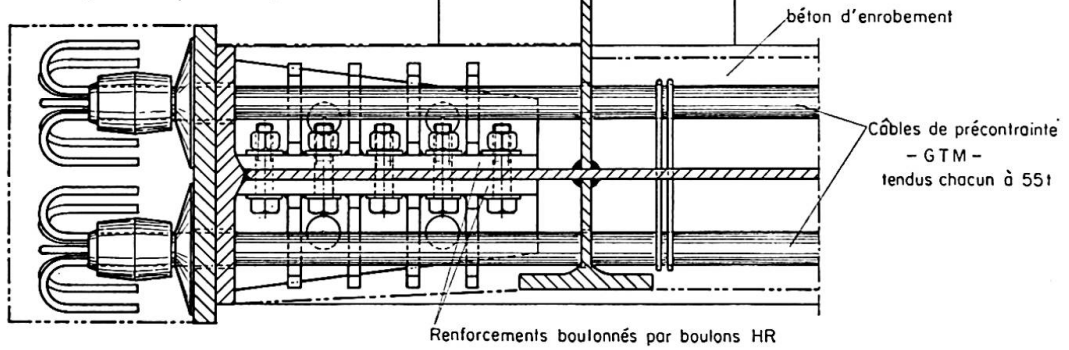


Fig. 9.

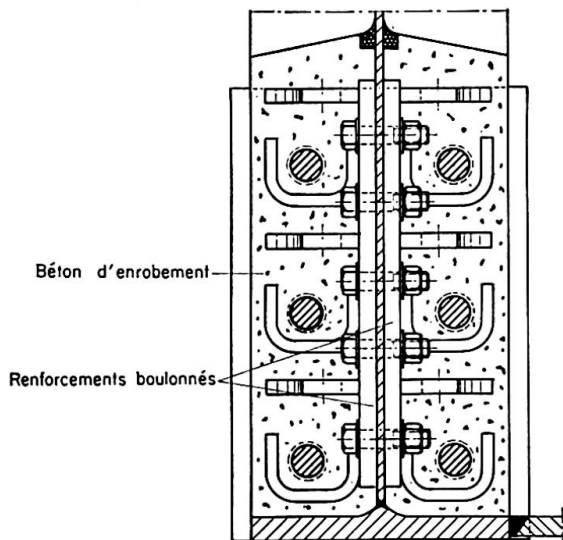


Fig. 10.

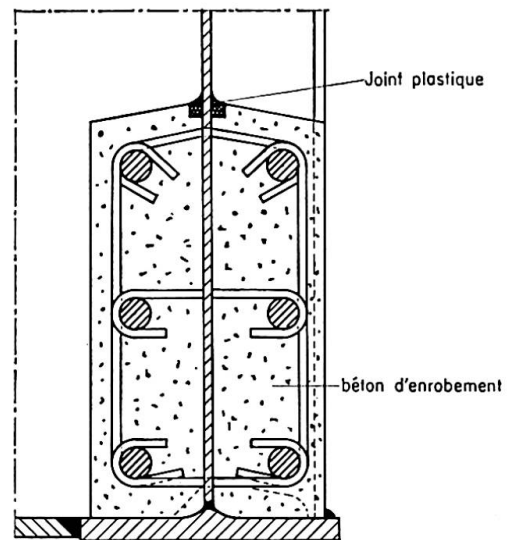


Fig. 11.

circulation intense et à des contraintes relativement élevées (de l'ordre de 18 kg/mm^2). L'on pouvait donc craindre que les effets de fatigue ne provoquent l'évolution brutale d'une fissure affectant les membrures inférieures et il fut décidé de les renforcer, à l'exclusion du reste de la construction.

Après étude de différentes solutions, on adopta le principe de la précontrainte par câbles. L'effort de précontrainte fut déterminé pour que la section médiane fut entièrement comprimée sous les efforts permanents. Sous l'effet des surcharges, les contraintes de traction étaient, dans ces conditions, limitées à 5 kg/mm^2 , la sécurité restant encore assurée en cas de rupture complète des parties tendues.

On fut ainsi conduit à renforcer chaque membrure par six câbles GTM de 65 t situés dans des gaines, elles-mêmes enrobées dans du béton armé (fig. 9 et 10). Cet enrobement, outre son rôle protecteur, constituait un raidissement non négligeable des poutres. Après durcissement et prise du béton, les câbles furent tendus à l'effort voulu et les gaines injectées.

Les travaux ne causèrent aucune gêne à l'exploitation et ne donnèrent lieu à aucun incident ou particularité notable.

Résumé

La précontrainte constitue un moyen efficace de renforcement des ponts métalliques de Chemin de Fer.

Elle permet, par addition d'efforts supplémentaires judicieusement appliqués, d'augmenter la capacité portante des ouvrages sans démontage important et par conséquent sans mise hors service de la charpente initiale.

Le renforcement de plusieurs ponts-rails, effectué par addition d'arcs supérieurs avec annulation de l'action des charges permanentes dans les poutres primitives, est ainsi décrit.

Un autre exemple de renforcement par câbles précontraints d'un pont-rail soudé présentant des amorces de fissures dans les éléments tendus est également donné.

Zusammenfassung

Die Vorspannung stellt ein wirksames Mittel dar, um stählerne Eisenbahnbrücken zu verstärken. Sie erlaubt es, durch Hinzufügung eines sorgfältig aufgebrachten Spannungszustandes die Tragkraft der Bauwerke ohne Demontage und Außerbetriebsetzung zu erhöhen. Es wird die Verstärkung mehrerer Eisenbahnbrücken durch Anordnung eines obenliegenden Bogens, welcher die ständigen Lasten der ursprünglichen Brückenträger aufhebt, beschrieben. Ein anderes Beispiel zeigt die Verstärkung einer geschweißten Eisenbahnbrücke, deren Zugglieder leichte Rißbildungen aufweisen, durch vorgespannte Kabel.

Summary

Prestressing constitutes a convenient method for the strengthening of steel railway bridges.

The judicious application of additional stresses enables the bearing capacity of the bridges to be increased without dismantling the structures to any considerable extent, and consequently while maintaining the original framework in use.

The strengthening of a number of railway bridges by the addition of arches, resulting in the elimination of the stresses due to the dead load in the original girders, is described.

Another example is given of the reinforcement, by means of prestressed cables, of a welded steel bridge in which incipient cracks had occurred in the tension members.