

参 考 資 料

國鐵に於ける橋梁強度振動試験の現状と將來

正員 橋 本 香 一*

國鐵に於て現在実施しつつある鐵道橋の強度振動試験の現状と將來への方向を述べて御参考に供すると共に御批判を仰ぎ度い。鐵道橋の中には架設以來 60 年程度を經過して居るものが相當數あり、之等の多くは著しい腐蝕とその後の荷重増大等の原因によつて強度或は剛性が低下し、各線に於て最弱點となつて居る實狀である。之に對しては現在橋梁實態調査によつて、その構造、保守及び腐蝕状態を詳細に調査し、之を考慮に入れて實狀に即した實際強度を推定し補強又は架換への要否順位等が決定せられて居る。そして一方に於て之と並行して橋梁の強度剛性及び振動を計測器械によつて試験する事が強力に進行中である。尙以下述べる事柄は鐵道技術研究所に於て實施して居る事のみで就てであり、此の他に各鐵道局、管理部に於ても適宜試験を行つて居るが之には觸れない事にする。

1. 橋梁強度振動試験の目的

鐵道橋の強度振動試験の目的は次の諸點にある。

- (1) 許容し得る軸壓及び列車速度の確定
- (2) 荷重の動的影響度の研究、撃衝率公式の改良
- (3) 設計上の諸假定の検討、計算法の改良

現在に於ては腐蝕老朽術の耐荷度或は振動測定と云ふ目前の仕事に忙殺せられ、従つて特殊な構造の橋梁を試験する機会が多いけれども、之のみでなく健全な橋梁に就て系統的な試験を行い基礎的研究を行う事も主要目的の一である。

2. 橋梁標準試験法

橋梁試験は橋桁及び橋脚に對し次の順序で行うのが普通である。

- (1) 試験計畫。現場よりの依頼により設計課と協議の上、試験の目的、日程、人員、計器及び機關車等を決定し現場側と打合せる。
- (2) 準備。計器の準備及び發送、足場及び機關車の準備、諸計算及び諸資料の蒐集
- (3) 試験。

- (イ) 單機關車停止試験。橋梁上約 5ヶ所に停止し應力撓度を測定
- (ロ) 單機關車走行試験。最高速度迄數段に速度を變化走行せしめ應力撓度及び鉛直水平振動を測定
- (ハ) 列車走行試験。各種營業列車の走行により應力撓度振動を測定
- (4) 解析。試験實施に並行し現場にて結果を解析し主要事項を取りまとめ現場側に通報する。
- (5) 報告。試験結果の整理終了次第、之に計算結果、結論並に諸圖面寫眞等を添付し報告にまとめ本省及び局、管理部、保線區其他に配付する尙補強法其他對策立案の協議に應ずる。

3. 橋梁試験用諸計器

現在使用中の應力計、撓度計、振動計及び加速度計等の諸計器はすべて機械的のものである。機械的計器は使用上簡便で又記録の整理も容易であるが、その追隨性及び擴大率等の點に於て既に限界が感じられ、この點に於て電氣的計器が要望せられる。しかし電氣的計器は取扱いが複雑で且つ精度の點で不充分であるから尙當分は機械的計器は捨て難い。

現在使用中の計器の性能は次の如きものである。

(1) 應力計

使用目的及び使用場所に應じて次の三種の應力計を適宜使い分けて居る。

名 稱	標點距離 (mm)	倍率	固有 振動數	備考
ロイナー式 應力計	400.700.1000	130	毎秒約 9	鉛筆記錄 型
技研式應力 計	400	500		直讀型
オクキゼン 式應力計	20.50.100	500.1000		直讀型

(2) 撓度計

ピアノ線式撓度計、橋梁直下の地上又は水底よりピアノ線を取りその上部を墓巻バネに結合しバネの上部を橋桁に結合する。ピアノ線とバネの結合點に對する橋桁の變位をガイゲル式記録

* 運輸省鐵道技術研究所第二部構造研究室

計に記録せしめる。倍率は任意に変更出来る。固有振動数は毎秒約 9、ペン記録型である。

(3) 振動計

ガイゲル式振動計(附加重錘付)、倍率 1.3 及び 2.4 固有振動数毎秒 1.6 (水平方向) 1.1 (上下方向) ペン記録型、之は振動数毎秒 4 以上の振動の測定に適するが更に振動数の低い振動に対してはピアノ線式撓度計をそのまま使用して居る。之は水平位置に固定点さへあれば水平振動の測定にも使用出来る。

(4) 加速度計

三成分加速度計、倍率 150、固有振動数毎秒 14、空気が制動器付煤煙記録型

梅北式加速度計、三成分ペン記録型

(5) 其他機關車位置指示器、ダイヤルゲージ、秒時計等を使用する。

以上が現在普通で使用して居る計器であるが、之等は長年使用のため故障が多く計測に當つて常に多大の苦勞が伴うのである。

4. 最近に於ける橋梁試験の實例

昨年 4 月より本年 4 月に至る約 1 年間に實施した橋梁試験結果の概要を述べて見る。

(1) トレスルを有する橋梁

(イ) 山陰本線餘部橋梁

本橋梁はその長さ及び高さに於て日本有数の鋼構造であるが、潮風の影響により架設後間もなくトレスルに侵蝕を生じ、その振動並に強度が問題にされた。トレスル支柱材基部の應力を測定した結果、列車通過によるトレスル支柱材の應力は約 180 kg/cm^2 であり KS 15 荷重に対して充分な強度を有する事が確かめられた。又一方トレスル頂部の振動は線路に直角方向の振動が最大で、振動数毎秒約 3.3 最大全振幅 2mm、之に對し平行及び上下方向の振動は何れも全振幅 0.6 mm 以下であり、何れにしても危険性が無い事が確かめられた。

(ロ) 北海道大夕張鐵道旭澤橋梁其他

本橋梁はトレスルのバタ角度が小さく且つ構造が輕快なるため列車通過時の振動が著しい。トレスルの應力及び振動を測定した結果トレスル支柱材應力はその脚底部構造不良の爲可成り廣範圍に亘り變化し、最大 900 kg/cm^2 に達するものもあつた。又ピアノ線式により測定したトレスル頂部の振動は直角動全振幅約 3mm、前後動上下動は極めて微小であつた。之等の測定の結果によつて本橋梁の補

強法決定に對して有益な資料を得る事が出来た。現在支柱材に溶接補強を施工中であり、補強後再試験を行う事になつて居る。

(2) トラス

(イ) 足尾線第 2 松木川橋梁及び出川橋梁

この兩橋梁は何れも支間 150 ft ビン結合ボーストリング構桁である。本橋梁は老朽のためビン周囲が摩耗しかなりのガタを生じて居りその振動並に強度が問題とせられた。試験の結果應力撓度ともに計算よりもかなり過大となり且つ著しい二次應力を生じて居る事が判つた。尙特異な點は撓度振動等は非弾性的性質を有し、一方向への列車走行により變形が残存し之が逆方向の列車走行によつて打消される事である。線路に直角方向の振動は全振幅約 6 mm を示し著しく大きい。これ等の試験結果により現在以上の機關車を入れる事は不可である許りでなく成可く速に架換すべきであるとの結論を得た。

(ロ) 山田線第 33 閉伊川橋梁

本橋梁は支間 52 m ボルト結合懸吊トラスでその剛性及び振動の測定を目的とした。死荷重による撓度は 80 mm で極めて大きいが活荷重による撓度及び固有振動数が計算結果と略一致する事から、ボルトのじりは殆んど考へなくて良い事が判つた。又床組應力を測定した結果、計算應力の 60% 程度となり、床組應力計算法の再検討が希望された。

(3) ファイック補強を有する鈹桁

信越本線澁海川橋梁、東北本線第 7 小繋川橋梁等(何れも支間 70 ft) に於てファイック補強を有する鈹桁の試験を行つた。特に前者に於てはファイック補強が完全に弛緩して居る場合と緊定せられた場合とについて試験を行つた。その結果ファイック補強の効果を實驗的に確認する事が出来、又此の補強法を効果あらしめるためにファイック丸鋼に與へるべき初張力の大きさに關して貴重な資料を得る事が出来た。後者は特に振動が問題となつて居たのであるが、試験の結果振動の原因は桁自身の構造にあり、橋脚の振動は微小である事が判つた。橋桁の直角動全振幅は 2—4 mm 程度である。

(4) 定規鈹桁

定規鈹桁の強度振動試験を數ヶ所に於て行い、尙引つゞき各種定規桁について系統的試験を行いその剛性及び振動特性に關する資料を広く求

めて行く豫定である。之等の資料が十分に蒐集せられる時は、理論的研究と相俟つて鉅桁の設計法、撃衝率、安全率等に関して一段と確實なる根據が與へられるものと信ずる。

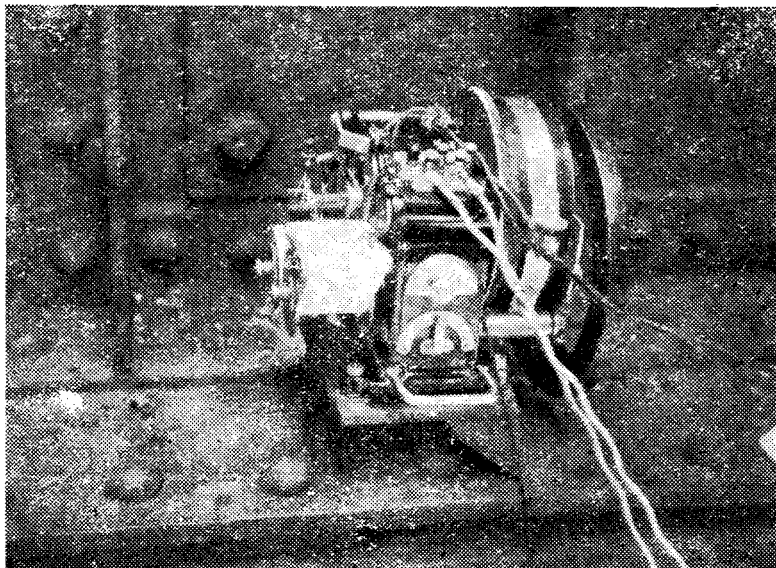
5. 橋梁試験の將來

工学の他の分野に於けると同様に橋梁試験方面に於ても諸外國に比し著しい立遅れが見られる。ドイツに於ては 1925 年にドイツ國有鐵道會社が鐵橋の動力學的 안전度檢定の必要のために電氣的應力計並に振動計の新設計を懸賞募集し、之に應じて優秀な計器が試作せられ、又 1931 年頃より各種性能の振動發生機が製作せられ、之等をすべて完備した橋梁測定車を完成して全國の橋梁の測定を行つた。又英米に於ても 19 世紀末から數次に亘つて廣範圍な橋梁試験を實施し、何れも實狀に即した撃衝率公式を得て居る。又最近に於ては 1937 年にソ連に於ても系統的試験が實施せられた。

かくの如き情勢の中にあつて獨り我が日本のみがかかる實驗を持たないのは如何なる理由によるか筆者は知らないが、兎に角戰時中人員資材の不足から荒廢するにまかせた現在の鐵道橋梁の安全度を把握して順次補強或は架換を行い、或は又車輛の動力學的影響の如き基礎的事項を研究するためにも、是非とも今後の橋梁強度振動試験を強力に推進する以外に道はない。

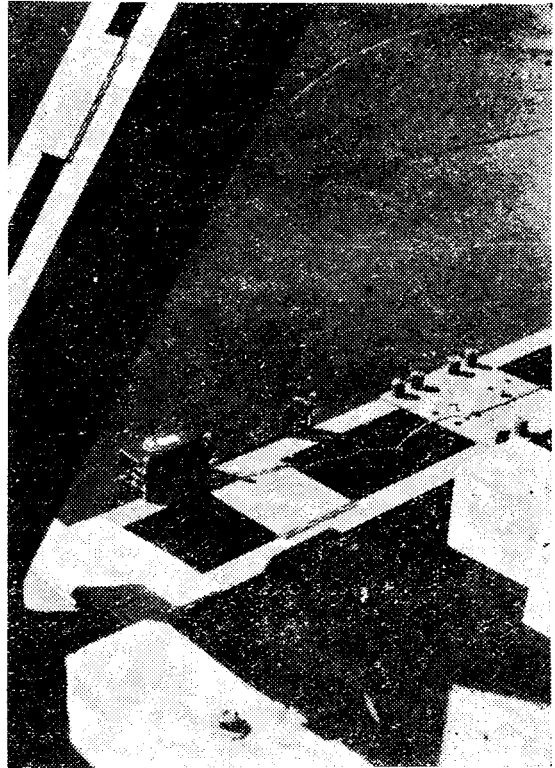
橋梁試験の將來は如何であらうか。しばらく夢を追つて見よう。先づドイツで有して居た或はそれ以上の設備を有する橋梁測定車を研究所に常備し、現場からの要求に應じて直ちに出動出来る様に人員器材を整備

寫眞-2. ガイゲル式振動計



寫眞-1.

トラス下弦材に取付けたロイナー應力計



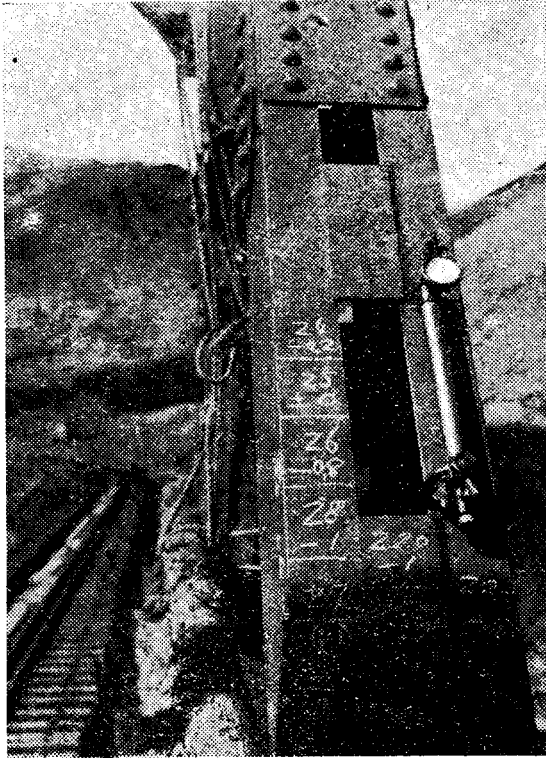
する。そして之には測定用の應力計、振動計、撓度計、振動發生機、オツシログラフ室、工作室、小型發動機等あらゆる科學的設備を有し、尙試験員のための居住

設備も完備して居る。そして試験は橋梁に取付けられたピックアップと測定車のターミナルとを接續する事によつて、すべての記録が全部一度にオツシログラフに撮影出来る。之を直ちに現像定着し整理室で整理係が解析する。又振動發生機を使用して橋梁、橋脚或は線路等に強制振動を與へ、之等の動力學的特性を容易に求める事が出来る。

夜は居室でコーヒーでも飲みながら晝間撮つた記録を中心に議論を闘かかせ、尙餘暇でもあればトランプに興ずる事も出来るで

写真-3.

トラス斜材に取付けた技研式膺力計

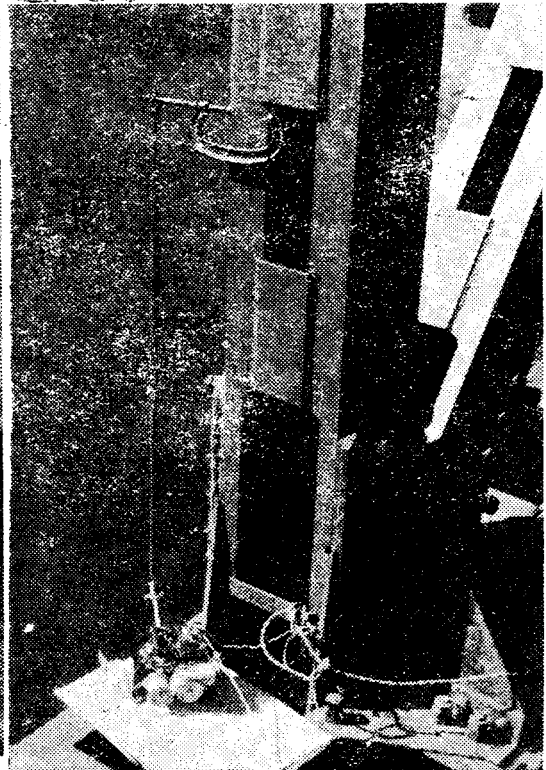


あらう。こんな具合に測定車に乗つて全国津々浦々の橋梁を試験して歩く……。そしてそれ等すべての橋梁の安全度がすべて數量的に規定せられ順次適切に補強又は架換が行はれて行く……。

地下足袋1足を買いにも厄介な手数を要する現實は

写真-4.

ガイゲル式橋度計



凡そ之等と縁遠いものがあるが、人員不足、資材不足を研究者の熱意と現場技術者の理解と協力によつて克服し、一步一步理想の域に接近して行き度いものである。(昭. 23. 6. 19. 受付)

堤防の破壊とその対策

正員 工学博士 本 間 仁^{*1}

正員 米 元 卓 介^{*2}

正員 井 口 昌 平^{*3}

河川は地盤の弱點であるから堤防が強力な地震動を受けて沈下、龜裂、法崩れ等を主じ破壊するのは蓋し止むを得ない事であらう。併し我々は合理的設計によつてこの崩壞の程度を幾分でも輕減する様に努めなければならぬ。殊に今回の福井地震に際し九頭龍川に於ては地震によつて堤防が崩壞したところを高水が襲つ

て2ヶ所に破堤氾濫をみたのであるが、此の事は地震による崩壞対策と一般出水に於ける破堤対策とが講じられて居たなら、防止出来たかも知れない。今回福井

*1 東京大學教授第一工學部

*2 早稻田大學理工學部教授

*3 東京大學助教授第二工學部