

老朽鉄道橋橋脚診断ならびに補強効果について

松尾長五郎

Diagnosis for the Superannuated Pier of Railway Bridge and its Reinforcement

By

Chogoro Matsuo

Superannuated railway bridges are very dangerous for railway transport. Investigations are conducted about a superannuated bridge, which is called "Shibumi-gawa Railway Bridge", for this bridge comes to be in danger recently, owing to the stream around the piers of the bridge as well as the sinking of the river bed. Especially No. 7 pier at the center line of the stream is suffered severely, and it is inclined up the river.

In this paper, test results on the stability limit of the bridge are dealt with. Reinforcement of the inclined pier and its effects are also described.

1. まえがき

最近経年変化等の原因で老朽弱体化した鉄道橋が崩壊し大事故を起した例もあり、古い鉄道橋についての安全維持についてそれぞれの関係者は非常に苦慮している。

ここに述べる渋海川鉄道橋もその老朽鉄道橋に類するもので、無制限な川砂利の採取による河床の大幅な低下の原因での全橋脚根入れの減少、さらに、橋脚周辺の流水による深い洗掘の被害を受けた。

なかでも現在流心にある第7号橋脚が特にその被害が大きく、そのため橋脚が川上に傾斜変状を起す事態になった。

本報告は、その変状した第7号橋脚の安定度を診断して、傾斜した橋脚の補強方法および補強後の効果等について述べるものである。

2. 試験実施期日

昭和43年8月12日～10月30日

3. 試験場所

越後交通株式会社、未迎寺線、渋海川鉄道橋

4. 供試橋脚

供試橋脚は、Fig. 1 に示す鉄道橋（8連7橋脚）のうちの右端第7号橋脚である。

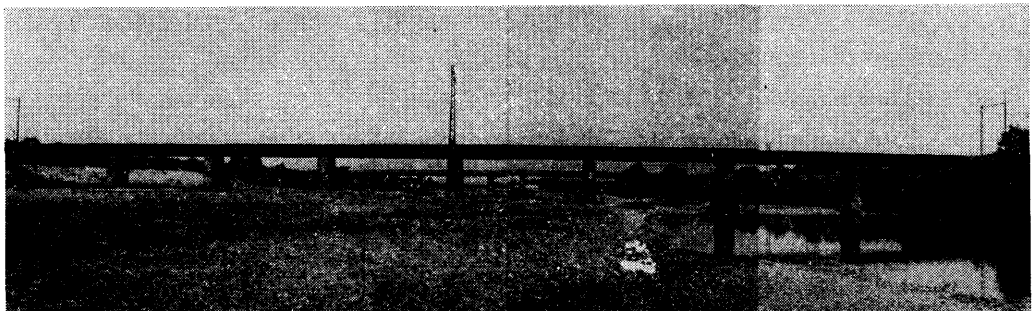


Fig. 1 Shibumigawa Railway Bridge



Fig. 2 Tested Pier

5. 診断時における第7号橋脚の現状

橋脚は、Fig. 2 に示すような小判型のもので基礎はくい打ちである。

洗掘によって橋脚は基礎の根入れ部分が露出し、川上側はくいの頭部も露出している。

橋脚が傾斜したため、線路に狂いを生じ、また、橋ゲタが川上に 15 cm ほど移動し、けたにねじれを起し、けたの下突縁の一部に大きな変形が見られる。

橋脚付近の地盤は、地表面から 6 m ほどが礫まじり砂利層で、それ以下 10 m ぐらまでは砂まじりの粘土層である。

6. 測定計器

橋脚の診断には、Fig. 3 に示す測定器を用いた。

二成分橋脚用振動変位計 1 台

性能

倍率 40 倍

固有周期 0.5 秒

7. 橋脚の診断

橋脚の安定度を診断するには、橋脚診断用の振動変

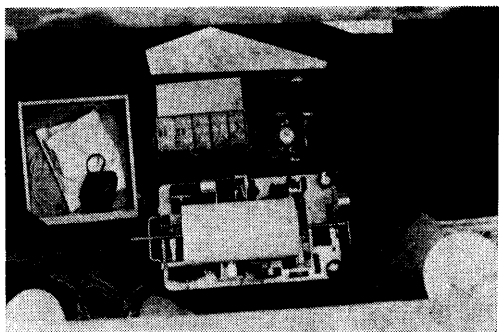


Fig. 3 Vibro Meter

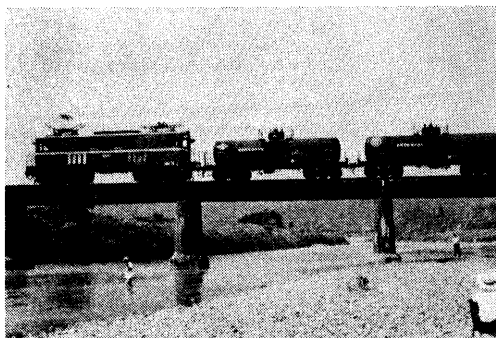


Fig. 4 Train for Test

位計を診断する橋脚の天端中央に設置して、Fig. 4 に示す試験車（電気機関車自重 40 ton とタンク車積車自重 50 ton を 2 両連結この荷重は本線での最大荷重）を 5 km/h, 20 km/h, 40 km/h の速度で走行させ、試験車が橋脚上を通過した時の橋脚の振動変位を測定し、その振動変位から、さらに、加速度比を求めてその加速度比の最大値を橋脚の安定限度値 K と比較して橋脚の良否を診断している。

8. 振動加速度比

橋脚の良否を見るのにいままでは橋脚の振動変位の大きさで行ってきたが、しかし、橋脚にはそれぞれ高さや太さおよび地質等の違ったものがあるため、変位量の大きさだけで橋脚の良否を判定することはむづかしい、そこでこのような変化のある橋脚の診断には振動加速度比でその橋脚の良否の判定を行なえば、橋脚のいろいろな変化等の影響が少なく、したがって他の一般橋脚も同一安定基準で判定が可能なので、それ以後橋脚の診断にはこの振動加速度比を用いて良否の判定を行なっている。

測定した橋脚の振動変位から振動加速度比を求めるには次式によって行なった。

$$\alpha = a\omega^2$$

$$\text{ここに} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\therefore \alpha = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

これより求めた橋脚の前後振動加速度および左右振動加速度より合成水平振動加速度を次式により求めた。

$$\alpha_H = \sqrt{\alpha_h^2 + \alpha_h'^2}$$

ここに α_h = 前後振動加速度（橋脚に平行）（g）

α_h' = 左右振動加速度（橋脚に直角）（g）

振動加速度比 K は

$$K = \frac{\alpha_H}{1 - \alpha_h''}$$

ここに α_h'' = 上下振動加速度 (橋脚軸方向) (g)

α_H = 合成水平振動加速度 (g)

このように測定した橋脚の振動変位から加速度比を求め、その最大値を橋脚の安定限度値 K と比較して診断した橋脚の良否を判定する。

9. 橋脚の安定限度

橋脚の安定度を判定する基準には次の実験式を用いている。

$$K = 0.0027 V + 0.06$$

ここに K = 橋脚の安定限度値
 V = 列車速度 km/h

10. 供試橋脚の診断結果と考察

診断した浜海川橋の第7号橋脚についての結果は Fig. 8 に示す通りで、橋脚の安定限度値 K を大幅に上廻り不安定な橋脚であった。

この橋脚の振動状態を記録波形から見ると、列車速度が 10 km/h での振動加速度比は、0.13 で 40 km/h になると 0.38 に達している。

このような大きな振動の原因は、橋脚が傾斜して基礎が不安定となったことによるものと考えられる。

11. 橋脚の傾斜した原因調査

橋脚が傾斜を起した原因を調査するため、Fig. 5 に示すように橋脚がこれ以上傾斜を起さないよう四方に支えを作り、橋脚の川上側を掘り基礎常態を調べた結果、Fig. 5 に示すように川上側の基礎フーチングが欠

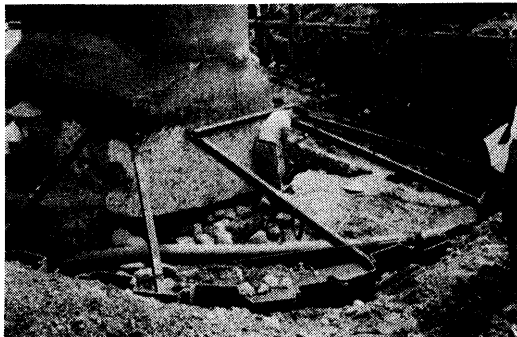


Fig. 5 Situation of Pier Base

* K については運輸技術研究所報告第7巻第2号の橋脚の安定限度を参考されたい。

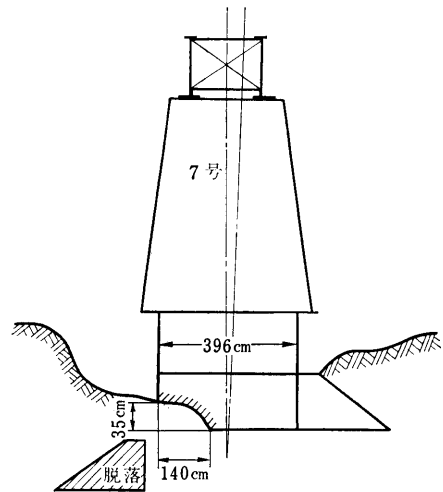


Fig. 6 Situation of Pier Base

け落ちていることが判明した。

このように基礎が欠けた原因は、建設時に袋につめて沈めた層状のセメントの塊が洗掘により露出風化し、これが流石等の衝撃によって亀裂を生じて流出したものと推定される。

Fig. 6 はこの欠け落ちた基礎の状況を示したもので、川上側の基礎フーチング部が無く大きな空洞となっている。

12. 診断結果

浜海川鉄道橋の第7号橋脚は、診断の結果は前述の

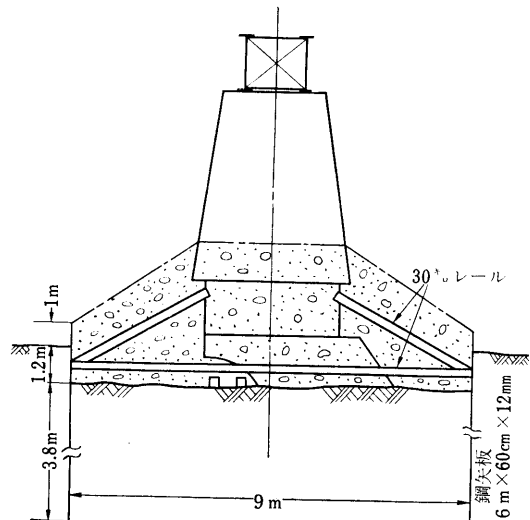


Fig. 7 Reinforcement of Pier Base

通りその測定した振動加速度比は橋脚の安定限度値より大きな値で、現在非常に不安定な状態と判定されたので早急に補強が必要であることを関係者に報告した。

13. 橋脚の補強

第7号橋脚の基礎補強方法については細部にわたって検討し、その結果に基づいて Fig. 7 に示すような方法で基礎の補強を行なった。

補強方法は橋脚のまわりの河床に橋脚を中心にして直径約 9 m の円形に鋼矢板（長さ 6 m 幅 60 cm 厚さ 12 mm）を打ち込み、そのあと円形の内側を橋脚の基礎杭上面のところまで掘り下げ、次に 30 キロレールで矢板から橋脚まで四方に支手を取り、それを鉄筋のかわりに使用して、橋脚のまわりに放射状に傾斜させながらコンクリート

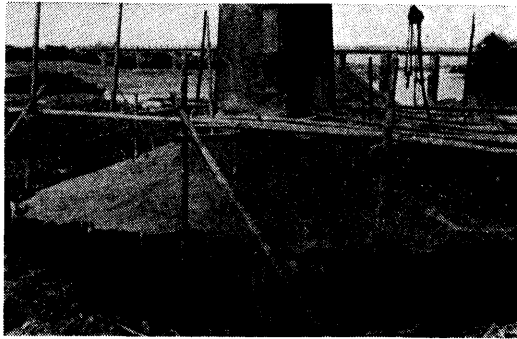


Fig. 9 Reinforcement of Pier

を充填した。

Fig. 9は 昭和 43 年 10 月 20 日前述のようにして補強を完了した第7号橋脚の基礎の補強状況を示す。

14. 補強効果についての診断

第7号橋脚が前述のように基礎の補強が完了したので、補強の効果についての診断を、昭和43年10月25日に前記と同じ方法で行なった。

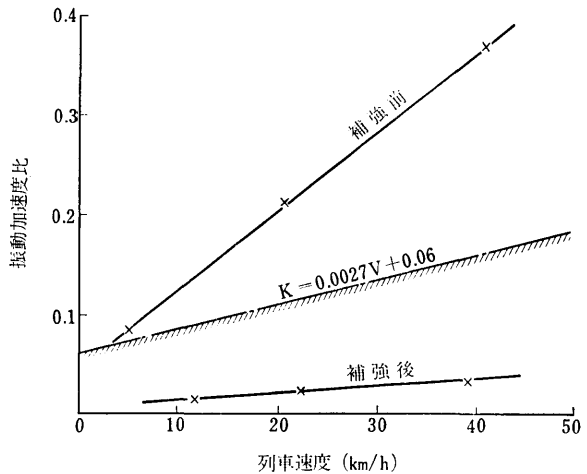


Fig. 8 Relation of Acceleration ratio and Train Speed

その結果 Fig. 8 に示すように非常に安定した橋脚となり、補強効果が明らかにされた。

15. むすび

わが国の橋りょうは、河川の流れの急なことおよび砂利の採取等によって、ほとんどが洗掘されている実状で、今後この洗掘による被害は大きな問題となるものと考えられる。

この洪海川鉄道橋もこのような砂利採取の被害によって洗掘され、露出した基礎が風化して老朽鉄道橋となったものである。

つぎに、一般に橋りょうは老朽が進行した場合、それがいつ崩壊して大きな事故となるかを予測することが非常に困難であるので、このような橋りょうを監理している各関係者は厳重なる監視と診断を行なって、輸送の安全を計ることが肝要である。

参考文献

- 1) 橋脚の安定限度 運輸技術研究所報告 第7巻 第2号