

一本ローラー支承の損傷事故と対策

保全施設部 保全技術課 本 村 春

まえがき

阪神高速神戸西宮線に発生した1本ローラー支承の損傷事故が発見されて以来、その損傷事故の原因調査および補修方法等について、「社団法人日本橋梁建設協会」および「日本支承協会」の協力を得て約2か年にわたり検討したものを報告する。

1. ローラー支承の推移

従来、ピン・ローラー支承は上部工のたわみ回転を逃す構造としてのピンと、移動を逃す構造としての複数ローラーとをそなえたもので、複雑で形状も大きいものであった(図-1参照)。

しかるに、昭和38年頃ローラーおよびその上下の接触部の硬さを高めることによって支圧強度を高めた支承が工業化され、ローラーの直径または長さを小形化した実用的な高硬度1本ローラー支承の設計・製作が可能となり、一般に使用されるようになった。

1本ローラー支承の構造は、いわゆる1本ローラーで回転と移動の機能をそなえたもので小型化が可能となったものである。(図-2参照)。

当公団においても、この支承は中長大橋に数多く用いられるようになり、昭和43年3月に標準設計を完成させた。その主な設計条件を表-1に示す。

その後、昭和47年の「道路橋耐震設計指針」、昭和48年の「道路橋示方書」および「道路橋支承便覧」において支承に関する考え方が示されたの

で、これに基づいて標準設計を改正した。この内容は昭和54年2月に日本道路協会から出版された「道路橋支承標準設計」における高硬度1本ローラー支承とほとんど同じもので現在に至っている。

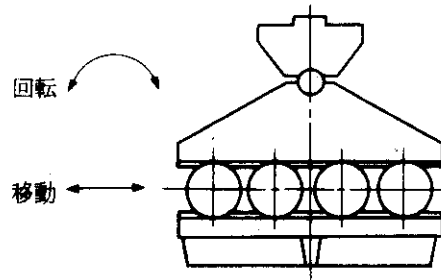


図-1 ピン・ローラー支承

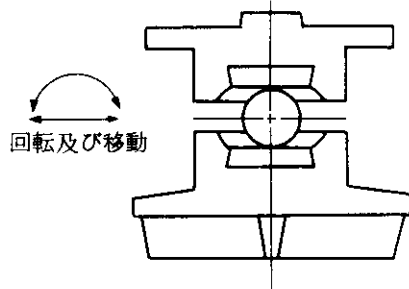


図-2 1本ローラー支承

表-1 主な設計条件

全反力 R (ton)	150	175	200	225	250
死荷重 Rd (ton)	90	115	130	155	175
設計移動量 (mm)	±22.5	±25	±25	±30	±30
地震係数	K _H = 0.25		K _V = 0.1		

2. 損傷事故の発生と調査

2-1 事故の発生

昭和52年9月神戸西宮線で1本ローラー(150t)の可動沓のローラーが異状移動し、沓本体が損傷しているのが発見された。

当該工区およびその後同様な損傷が発生した区域を調査したところ次のような損傷が見られた。

- ① ころがり止めおよびラックが折損している。
- ② ころがり止めがラックにくい込み損傷している。
- ③ 導板が片側によってローラーと接触している。
- ④ 下沓が軸方向または直角方向へ傾斜している。
- ⑤ 上沓と下沓が平行でない。
- ⑥ 過移動している。
- ⑦ 浮上り止め板がソールプレートにあたっているなどである。

その後、大阪管内および神戸管内において昭和53年構造物点検調査を実施、また昭和54年度には支承の詳細調査を行った。その内の神戸西宮線について述べる。

2-2 調査結果(神戸西宮線)

神戸西宮線において、対象ローラー支承545箇の調査結果は、特に損傷程度の大きいAランクとなるものが45箇(8%)、損傷中程度のBランクが83箇(18%)であった。

Aランク、Bランクと判定されたうち特に必要と思われた32基の橋脚上の全可動支承について詳細に調査を実施したが、その結果は次のとおりである。

表-2 上部構造型式と破損種別

上部構造型式		ローラー脱離	ころがり止め	ローラー過(または逆)移動	ローラー欠損	計
単1軸型桁	直線部		3	1	2	6
	曲線部	1(直)	4(直)	8(直)	2(直)	15
単箱桁	直線部		3	7	1	11
	曲線部		4(直)	9(直)	2(直)	15
3径間連続桁	直線部			3	1	4
	曲線部	2	9	11	4	26
合計	直線部		6	11	4	21
	曲線部	3	17	28	8	56
計		3	23	39	12	77

(直)…直線桁

表-3 沓据付水平度と破損

種別	橋軸方向						橋軸直角方向					摘要		
	>1/25	1/25	1/50	1/75	1/100	1/150	1/200	>1/100	1/100	1/150	1/200		≒Lev.	
ローラー脱離	1	1					1	1		1		1		
ころがり止め欠損	2	5	6	1	3	1	4	4		4	1	13		
ローラー欠損		3	3	1	2		3	3		3		6		
計	23(32%)						14(14%)					8(67%)	29(18%)	

上部構造形式と破損種別との関連性を表-2に示す。破損は直線部よりも曲線部に多くみられ、また曲線部でも3径間連続桁の長径間部に集中している。なお、ローラーの過(または逆)移動は構造形式よりも施工誤差によるものと推定される。

沓据付水平度と破損種別との関連性を表-3に示す。橋軸方向に対する水平度1/100以下の場合の破損率が高くなっている。しかし水平度が1/100以下の場合でも15%の破損率がある。

上沓と下沓の平行度と破損種別を表-4に示す。

ローラーの脱離現象は平行度に影響があるように思われるが、その他のころがり止め、ローラー欠

表-4 上沓と下沓の平行度と破損

種別	橋軸方向			
	≦2mm	2<5mm	5<10mm	10mm<
ローラー脱離		1		2
ころがり止め欠損	12	6	1	4
ローラー欠損	7	4	1	
計	19	11	2	6

損などは必ずしも平行度に要因があるとは考えられない。

2-3 損傷要因の推定

損傷状態から見てその要因は、

- ① 下部構造がPC鋼棒を密に配置した梁であったため支承用アンカーボルトの設置に無理があり、支承据付け精度に大きく影響した。
 - ② 曲線桁部分の支承据付け方向に問題がある。すなわち、移動ローラー軸と主桁のその箇所のため回り軸の方向が大きく異なるため、移動ローラーに無理な力が作用した。
 - ③ 上下杓の平行度の確保が不十分であった。たとえば桁の残留キャンバーなどの影響が考えられる。
 - ④ 移動量に対する余裕量が不足していた。
 - ⑤ 異状な移動に対するストッパー機構が弱体であった。
 - ⑥ 橋軸直角方向に対する据付け調整が不備であった。そのためローラーと導板が接触し損傷した。
 - ⑦ ローラー部に異物が入り脱離した。
- などが考えられるが、原因はこれらが単独ではなく複合として作用し、今回の損傷事故が発生したものと思われる。

以上のように上部構造形式および施工精度による破損を概略見て来たが、その調査結果から施工精度による影響が大きいと推察される。また、上部構造形式、特に曲線橋についてはローラー支承の構造を検討する必要がある。

3. 損傷支承の補修

損傷した支承の補修方法としては次の3通りを行なっている。

- ① 損傷支承を改良修理して再使用する。
- ② 新規ローラー支承と取り替える。
- ③ 新規ベアリング支承と取り替える。

取り替え作業をするに当たって、使用している路線の一般車の通行止めはできない。そこで主桁群を30mm程度ジャッキアップして取り替える。ジャッキアップに際し、主桁にその対策を施していないのでまず主桁の補強をした。支承の取り替えに当たっては新旧のサイズが異なるため種々の問題点がある。また、取り替える支承および改良修理した支承は、前に述べた損傷要因に対し種々の改良を加えた構造となっている。

工事の流れ図および工程表を図-3および表-5に示す。

表-5 支承取り換え作業工程表(時間)

名 称	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	HR
旧杓取外し(ジャッキup含)	←→													
旧モルタル代削り		←→												
新杓セット				←→										
杓溶接							←→							
杓下面モルタル養生									←→					
ジャッキダウン													←→	

このほか、全般的に防塵カバーの不良が60~70%あり、カバーが本来の目的を果さず塵や漏水などで支承に錆が発生しているのので、改良型として現在図-4のようなネオプレンゴムを使用したカバーを試作して取付けている。

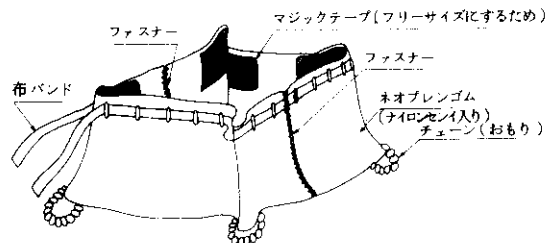


図-4 支承カバー

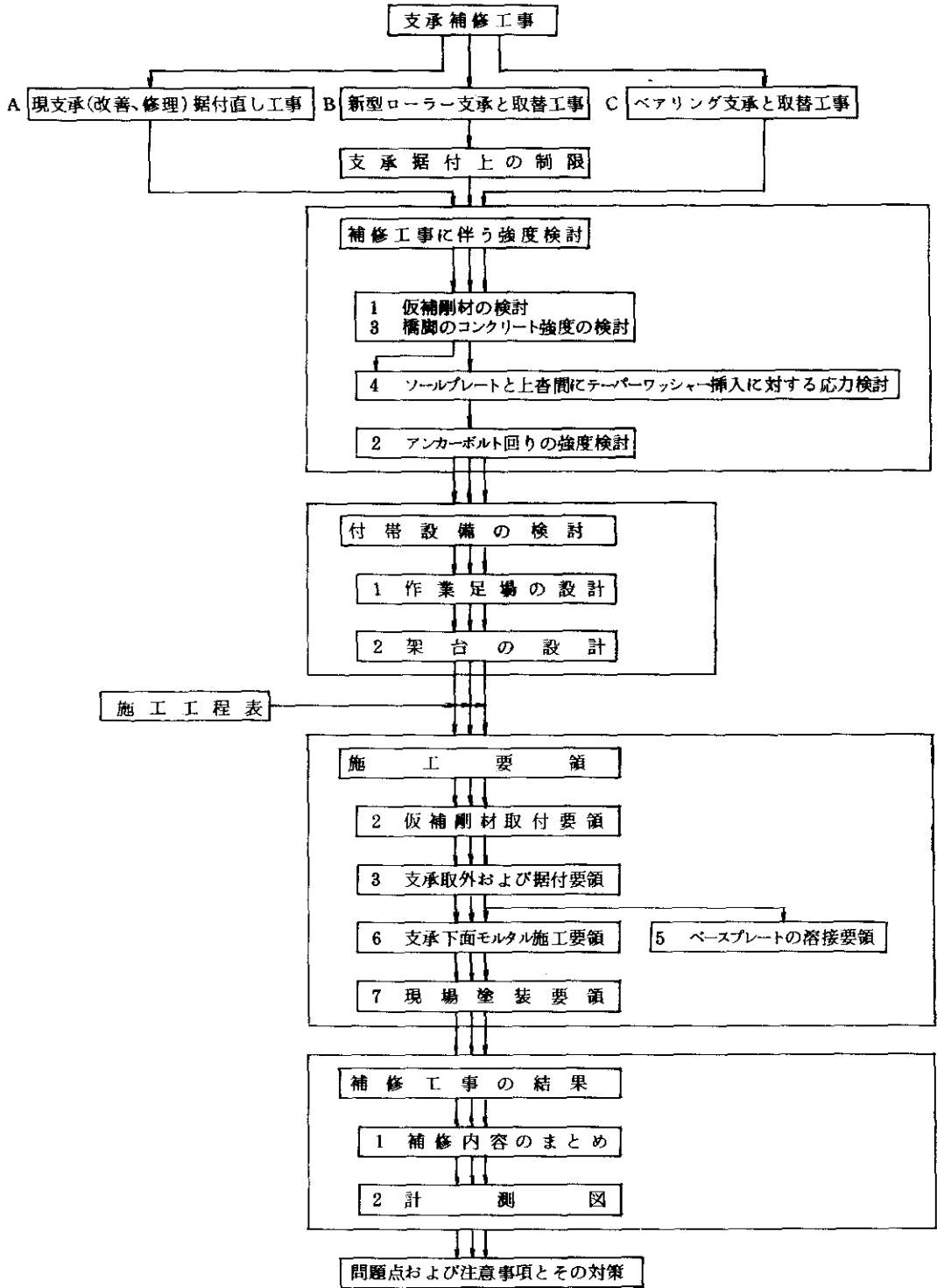


図-3 支承補修工事の種類と検討手順の流れ図

4. 支承の据え付け方法と据え付け精度

先に施工誤差が損傷に大きく影響していることを述べたが、ここではもっぱら現場での支承据え付けについて論じてみる。

下沓の水平度や上下沓の水平度などは、上沓が据え付け後の荷重により常に回転していることでもあり、過度の精度追求はあまり意味がないが、桁と上沓との密着度と同一支承線上の支承設置位置のばらつきは、特定の支承に反力が集中することになり影響が大きいので、特に注意が必要である。

4-1 支承の据え付け方法

(1) 高さ調整

鋼製橋脚の場合

鋼製脚のたわみを考慮した設計値に合せて調整プレートの厚さを決定する。

コンクリート橋脚の場合

桁を所定高さに据え、支承を桁に合せる。

鋼桁架設後、下沓をライナーなどで持ち上げローラーと上下沓とを完全に密着させる。

(2) 移動方向の調整

ソールプレートおよび橋脚天端のマークに合せて据える。

ソールプレートのマークと上沓導板中心の心を確認する。

(3) 上下沓の心合せ

橋軸直角方向の心合せは a を測定する。

橋軸方向の心合せと相対的な回転のチェックは f を測定する。

(4) 下沓の水平度調整および上下沓平行度の検査

水平度は d 、 e を測定する。ただし、支承据え付け時の主桁は後死荷重によるたわみに相当する分傾斜しているの、上沓は桁なりの勾配がついている。

下沓は、水準器にて設置する。

(5) ローラーとの支承の平行度の調整

ローラー方向は、 g を測定する。

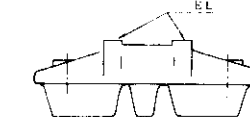
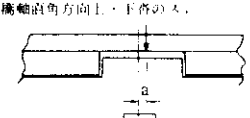
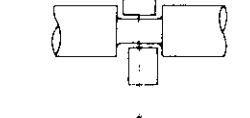
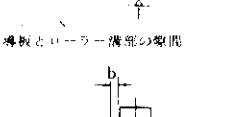
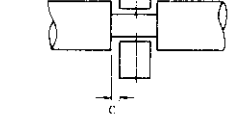
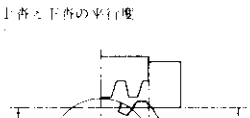
4-2 支承の据え付け精度(目標値)

現場での施工面から実現可能と思われる据え付け精度の具体的な数値で示す(表-6)。

5. 提 言

ここでは1本ローラーの支承の設計・製作・施工・管理の各分野における問題点、改善点について

表-6 支承の据え付け精度(目標値)

目	精 度	備 考
下沓据付水平度 	4隅の相対差 3mm	計画据付高に対する下沓4隅の水平度
橋軸直角方向上・下沓の心 	a : 3.5mm	個々の支承に対して
導板とローラー溝部の密着 	目視 2mm	設計間隙値に対する個々の支承に対して鋼床版桁や曲線桁では温度変化によって複数個並列の場合相互間連絡保困難
上沓と下沓の平行度 	1d-1 2mm	キャンバーによる影響修正値に対し
橋軸方向上下沓のズレ 	f 5mm	所定据付位置に対し
ローラーと沓の斜めズレ 	g 、 $g-1$ 3mm	手前と反対側に対し

て検討や研究がなされ、よりよいローラー支承が据え付けられることを望むものである。

5-1 構造

- (1) 支承中心より偏心して作用する反力によるローラーの不均一な変形が、ローラーを水平面内で回転させるきっかけとなるならば、どんなに精度良く据え付けられていてもローラーの異常移動現象は避けられないことになる。橋軸直角方向の変形を吸収するために、ローラーと導板のすき間はある程度必要なので、導板はローラーの水平回転を押えることはできない。したがって、ローラー両端の歯車に期待するしかないので下記のような強化改善が望まれる。
 - ① 歯車の遊びを極少にし、材質を強化する。
 - ② 歯車の直径、板厚等寸法を増加する。
 - ③ 歯車の交換を容易にする。
 - ④ ローラー径を大きくして回転角を小さくする。
- (2) 主桁ソールプレートとローラーとの間にヒンジ構造を挿入する、1本ローラ支承のおかれている状態があまりにも厳しいので、回転移動は水平移動と独立した機能を有する支承が望ましい。
- (3) 可動支承線上に橋軸直角方向の水平力専用の水平支承を設置し、可動支承には水平力が作用しないように考慮する。特に幅員が広い場合は効果的と思われる。

5-2 設計・製作

- (1) 支承の設計に当たっては、水平度、心出しなど施工がやりやすい構造を考慮する。
- (2) 据え付に際して橋軸直角方向のすき間を一定に確保できる治具を設計に織込む。
- (3) 据え付時の温度を考慮して、橋軸方向の移動量を調整できる治具を設計に織込む。
- (4) 製作に当たっての中心線等を明確に表示する。

5-3 施工

- (1) 現場で工場精度を再現できるように工場組

立て状態の仮固定と、測定ポイントやゲージを設置する。

- (2) 後据えの場合、上沓、ローラー、下沓を密着させて施工し、ローラーの左右に不均等荷重が作用しないように配慮する。
- (3) 架設完了後に機能検査を効果的に実施し、支承の異常移動の有無を確認する。

5-4 その他

- (1) 支承の箱抜きの重要さを認識し、改良する。
- (2) 下部工の変位による影響を考慮する。あるいは下部工の活荷重たわみ量の制限を厳しくする。
- (3) 供用中の橋体の挙動や種々の荷重状態におけるローラーのころがり性状に関する資料を収集する。
- (4) 損傷した支承は取り替えできるよう本体側に対策を施しておく。

あとがき

本文は「1本ローラー支承検討委員会報告書」(昭和55年9月)を要約したものである。

この報告書は当初に述べた両協会、当公団の本社および現場担当者、ならびに(財)阪神高速道路管理技術センターの担当者など数多くの方々の協力のもとに2年半を費して完成したものである。ここに、これらの方々のご苦勞に感謝して報告をおわりとします。