

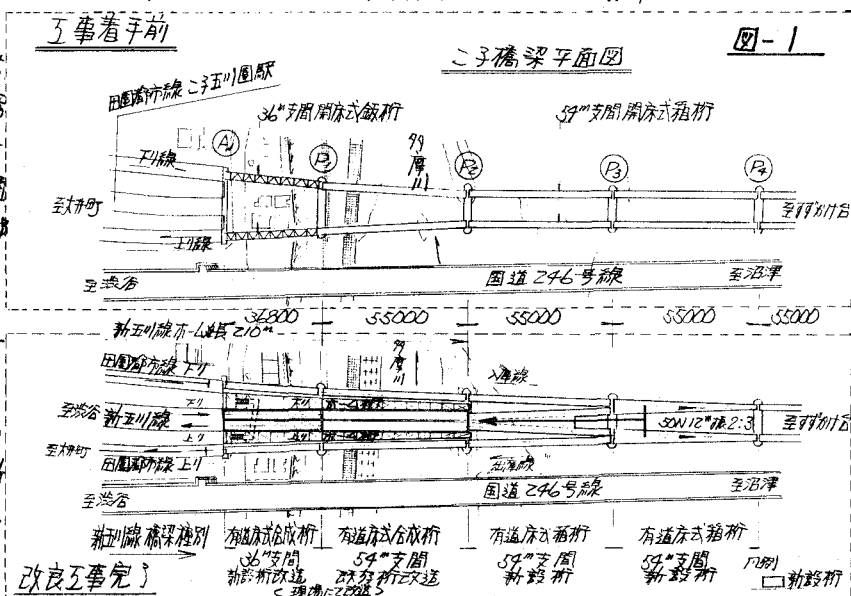
東急電鉄(株) 新五川線建設事務所 正員 青藤喜重
正員 興沢靖司
○太田安治

1. まえがき

鉄道騒音の内、最も騒音値の高い鋼橋は、無道床鋼橋に代表されるが、これに対する騒音対策は、一般に制振防振による直接対策、遮音吸音材による間接対策であるが、いずれもその効果は、わずかで、沿線住民苦情の大半を示す80%以下にあさえる事は、非常な難、しい。当社新五川線建設工事に伴うこの橋梁工事にあいては、従来のこの対策とは、まったく異なる構造形の種類変更、つまり有道床式合成桁に現場改造して、その効果をねらった。以下は、この既存鉄道箱桁の現場有道床化工事について、その概要を説明し、その効果を推測する。

2. 工事概要

このこの橋梁改良工事は、田園都市線の新五川線(渋谷へこの五川園間地下鉄11号線東急電鉄施工区間)直通乗入れとするため、田園都市線この五川園駅より、この橋梁区までの橋梁上に、分岐器を設置し、現在の5面ホームを将来の10面ホームに改良するもので、このため上郡では、新設所(新五川線用)6連(36"支間2連、54"支間道床式箱桁4連)、840^{mm}×2径間連続箱桁(



36'×55'のホーム桁240^{mm}を架設し、既存桁8連(支間54'開床式単線箱桁)690^{mm}をそれぞれ横移動(延275')、縦移動(延105')し、新線形に合わせた桁位置にセットする。下郡では、当初地下鉄銀座線(3号線)への直通乗入の計画であった新五川線の当時の設計で構築されていた各橋を橋脚をそれぞれ花巾補強等の改造を施工し、上郡に合わせる。(図-1参照)

この内、新五川線36'支間新設桁は、当初開床式鋼桁として設計されたものであったが、鋼橋騒音対策及び将来の保線維持保守の統一化のために、今回の工事期間中に現場にて鋼桁断面を補強し、コンクリート床版を打設する事によって、道床式合成桁に改造する。又これと連続した54'支間既存単線箱桁は、今まで田園都市線P3へP4間にあった営業線桁で、これも同様に現場にて道床式合成桁に改造する。前者の新設桁は、河川の上ではあるが、地上に直接バント等の架設が出来たので、改造方法上特に問題にたつたが、後者の既存桁の改造は、支間も55'と長く、場所的にも79度川流水部の上及び営業線に近接しての現場改造となり、鋼桁の補強方法に種々の問題があった。又施工段階においても、設計上の仮定に対する比較検討及び施工管理上種々の応力測定を実施しなければならなく、補強後の補強断面と旧桁断面との応力分布状態も応力測定等により確認する必要があった。

この改造工事は、田園都市線と銀座線より最終線形にまとめた後、つまりこの橋梁改良工事の内、田園都市線

関係が完了した昭和49年9月より、昭和50年5月まで9ヶ月の工期にて施工した。

3. 改造設計概要

前記のように、2種の改造工事。飯折と箱折で鋼桁断面の補強方法が、9ヶ所異なるが、規模が大きく、行状性のある既存岸線上踏式単線箱折について、その改造設計概要を説明する。

この桁は、当初開床式箱折として設計されており、併用開折後約10年経過しており、支間4ヶ所、桁高3.7m、自重100tで標準的な箱折である。(図-2)

これを有道床式合成桁に改造すると、表-1のような荷重強度の差になり、合成前合成後と比べて死荷重強度の増加が著しく、全体曲げモーメントが70%以上の増加となる。これに対して改造断面を検討した結果、下フランジのみならず、上フランジについても断面補強が必要となり、上フランジでは、CoVレ(19~28")2枚にて補強し、下フランジは、補剛材をよけて3枚のCoVレ(19~34")を補強する。又支点付近の垂直補剛材の剛度不足についても、山形鋼にて補強しなければならぬ。ここで問題になるのは、桁の補強材取付方法である。桁を解体して、工場で持ち帰り補強する方法が、一番精度もあり確実で、安心出来るのだが、新五川線開業工期にも影響すると不経済でもあるので、この場合比較検討の対象よりはずした。現場でのCoVレ取付方法としては、現場溶接及びボルト接合であるが、上フランジ取付は、下向き溶接が出来るので、合成桁としてのずれ止のせん断を充分考慮に入れた連続肉肉溶接(8~10")とした。下フランジは、溶接の場合上向き手溶接及び自動溶接の方法があるが、精度を求める事が出来ずブローホール、アンダーカット等が発生しやすいが、精度があってもガイドロール取付器具等がすべて特注となり、経済的でないなどの短所が9ヶ所。又ターナーローエ現場搬入しての下向き手溶接も考えられるが、工場加工と同様の問題がある。一方ボルト接合の場合は、引明けによる断面力損失とCoVレの断面増厚により対応しなければならぬが、溶接方法に比較して互角が安かつ確実性のある施工が出来る。よって下フランジは、高力ボルトM-22F10Tにて摩擦接合とした。なおフランジ補強断面を有効に作用させ、かつ旧断面との応力分布を均等とさせるため、桁改造時において旧桁を架保により多点支持し、無応力状態に保ちて補強を行う事とした。従って改造桁の応力計算は、鋼桁及び補強断面に対し合成前死荷重が作用し、床版コンクリートとの合成断面に対しては、合成後死荷重及び活荷重が作用するものとした。

キャンバーについては、改造桁の性格上旧桁死荷重に対する製作そりのみで、つけられているため、改造桁の荷重増加によって、逆キャンバーとなる。

床版との合成作用を計るためのずれ止は、合成桁として最も重要な所であり、鉄道橋の場合、道橋橋に比べて設計荷重に近いくらいの荷重が頻度高く加わるので、この影響を添えて従来輪形桁を取付けた馬蹄形ジベルが、標準であった。一方道橋橋においては、今までスタッドジベルが、盛んに使われているが、これは既成のスタッ

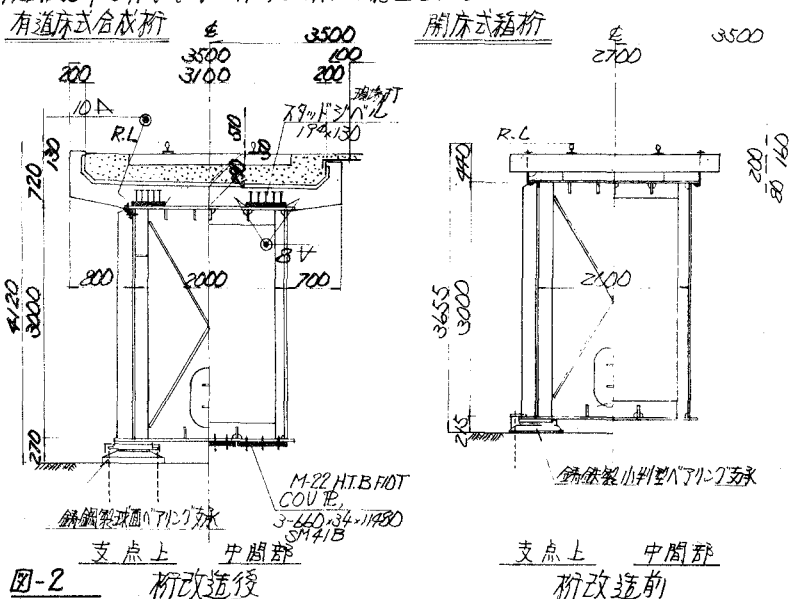


表-1	改造桁設計時 7.85%		旧桁設計時 2.50%	
	合成前 4.78%	合成後 3.08%		
荷重強度 (死荷重)	旧桁自重 1.75	地盤 0.35	主桁自重 1.75%	
比較表	補強材自重 0.75	防水層 0.37	橋側歩道 0.15	
	コンクリート床版 1.75	道床 2.06	軌道重量 0.60	
	ハンチ 0.53	軌道重量 0.30		

ドを、自動溶接機で能率よく取付けられるため、経済的に鉄道橋においても疲労強度を充分考慮に入れれば、使用出来るのではないかと、近年その方面の研究実験も進んでいる様で、今回当社改送合政府においては、現場の状況、施工性などに照準を充て考慮に入れ、長年の研究を続けられている国鉄構造物設計事務所の御助言を待ち、このスタッドジベル(199.130現場溶接)の使用を決めた。ただ既存桁という事もあり、上フランジ鋼材表面の腐蝕状態を考慮してカバープレートの上に、スタッドを溶接した。又フランジ中央部にも、浮き止り防止的な意味から、3本づつ800ピッチにて、同様のスタッドを追加して、耐力の向上をはかった。

省は、荷重の増加により、鋸鉄製小判型ベアリングを永より、鋸鋼製ベアリングに永に取替える。

4. 吊支保工による桁改送工法

設計の概要にも記したように、桁補強改送時には、支保工により多点支持し、旧断面との応力分布が、均等になるよう無応力状態にもどしてから、補強板を取付けるのが、設計上好ましいのだが、現場が旧桁は、99度川流水跡の上にあり、バント等による多点支持が出来ないため、隣接して、今回築設したホ-ム桁を利用して図-3の様な吊支保工を、3基用いることにした。

ここの吊支保工には、受梁上にそれぞれ2台の200tジャッキが、設置

されており、このジャッキを動作する事によって、改送桁をジャッキアップ、ダウンさせる仕組みになっている。桁の改送つまり吊支保工の利用は、片線づつ行う。これは、ジャッキ能力及び上下各桁のキャンバー特性が、99度異なり、ジャッキ能力、お上量が、異なるためである。

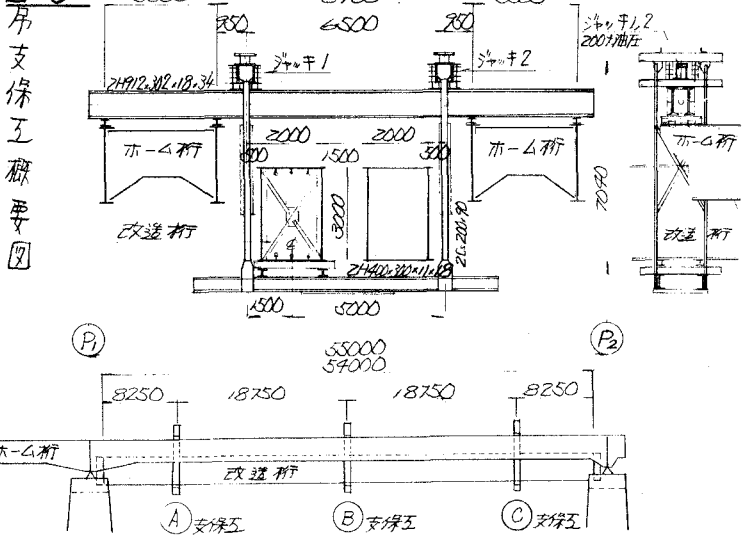
施工工程概要は①旧桁死荷重応力状態で、下フランジ、ボルトの罫書き、穴明けし、CoV工の取込み、仮締め②吊支保工支持による無応力状態においては、下フランジのリベットによる添接板を新旧交換し、CoV工を改めて、H.T.Bにて不締める。又上フランジも同様に添接板新旧交換し本締めする。CoV工は、溶接する。③改送後、ジャッキダウンし、スタッドを溶接し、床版コンクリート(100.300%)を打設し、改送後の鋼桁断面に合成桁死荷重を載荷する。④床版コンクリートの養生が終わってから、絶縁地入り地盤コンクリートを打設し、3層防水層を施工し、バラストを敷き敷道工敷設し、合成断面に合成後死荷重を載荷する。

ここで、桁改送時における桁の無応力状態に戻すという事は、桁の死荷重による応力度(400.500%)を取り去る事、つまり死荷重たわみを変にすることであり、言い替えれば、桁架設時の製作キャンバーに戻す事である。実施面では、図-4のとおり、各ジャッキアップ段階によって、それぞれタワミは、橋梁系の変化によって、次第に減り、Aジャッキ動作後面上においては、両端張出梁としてのタワミを残す事になり、ここでBジャッキを上げ、残ったたわみが、零になった時、両端張出しを時2径間連続梁としての応力特性をとり、この状態を無応力状態に戻したという。これは、2径間連続梁の曲げモーメントが、当初の単梁の曲げモーメントと比較して、充分小さい値であり、タワミも殆ど無視出来るので、これを死荷重に対する無応力状態とした。

無応力状態に戻すための、Bジャッキお上量は、この点支持状態において、そのキャンバーを算出し、それに計算たわみを加算した、ジャッキアップ計画高までを、お上量とする。最終的な無応力状態の確認は、Bジャッキのお上量測定(キャンバー測定)と各ジャッキ作用反力測定及び桁の応力変化測定を同時に行い、それぞれこの計

図-3

吊支保工概要



算値との比較、関連性によって判定した。

キャンバー測定は、レベルによる水準測量、ジャッキ反力測定は、A、Cジャッキでは、油圧計を利用し、Bジャッキでは、無応力状態の確認があるので、測定精度を高める意味から、ひずみゲージ式の荷重変換器(ロードセル圧縮用100t)を、ジャッキ上に設置し、測定した。応力変化の測定は、桁の変形量を精密に測定出来るコンタクトゲージ(接触距離10mm精度100、標点φ2鋼球)を利用した。

5. 騒音低減効果の推定

工事着手前の状況は、表-2のように、桁下5.5mにて約90~100dBを示し、騒音は、国道246号線の影響で昼間60dB以上、夜間において55dB以上あり、上端値では、電車騒音レベルを越す測定点があり、自動車騒音が大きく影響している。周波数分析結果では、250Hzに大きな山があり、新幹線の1000Hzピークと多少異なっている。これは新幹線の高架橋にやや似た傾向で、列車の種類・速度及び橋梁規模等によるものと思われる。距離減衰では、低音域での減衰が少なく、中高音域での減衰が大きく出ている。又無道床鋼橋の特性でもある点音源的な減衰傾向が見られる。車種別では、やはり新型車両の方が、5~8dB低くなっている。

この様な田園都市線上下2線の所へ、その内側に新五川線を入り、その鉄桁を有道床式に改築し、両側の田園都市線は、この五川園駅止まりとし、同線と車庫への入庫線とする。この最終計画における騒音状態を推定すれば、表-2のようになると思われる。これは、騒音の音源である車輪と、レール関係が、新五川線においては、ロングレールを採用し、車両もすべて地下鉄用新型車両となる事、及び合成桁とした事による効果、そして運行計画、現場状況の変化等により推定した。数値的に言えば、桁下にて15~20dBほど低減効果があり、50m地点では、有道床合成桁の特性であり、高架橋とも同じである線音源的な減衰効果を生産しても、10~15dBの効果が期待出来ると思われる。これは、新幹線等による各種測定データと関係文献より参考にして算出したもので、実測データ等の根拠はない。しかし推定ではあるが、桁下をのぞいて、いずれも今までの騒音者内に入る事は、間違いなく、桁下においても、80dB以下に低減すると思われる。

6. あとがき

以上既存桁の現場有道床化工事について、その概要と騒音効果を推定したが、いずれもその方法だけに終り結果の内容等と記す事が出来なかったが、その残電荷重・荷重による応力測定も実施したので、これをまとめて別の機会に設計上の立場から発表される予定である。

改造桁ジャッキアップにおける応力特性
たわみの変化

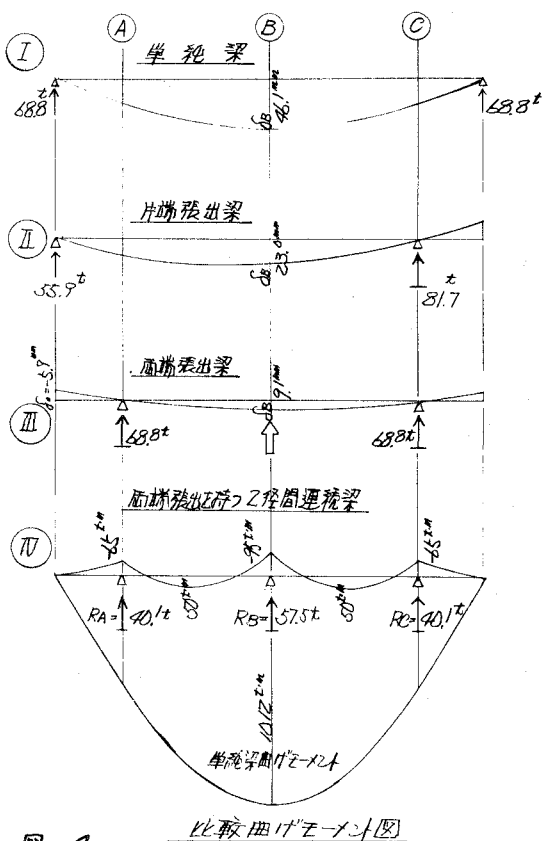


図-4

比較曲げモーメント図

二子橋梁騒音測定集計表

