

床組式下路 P C 桁による

国鉄大崎道架道橋巾工事

田 中 行 男※

菅 原 操※※

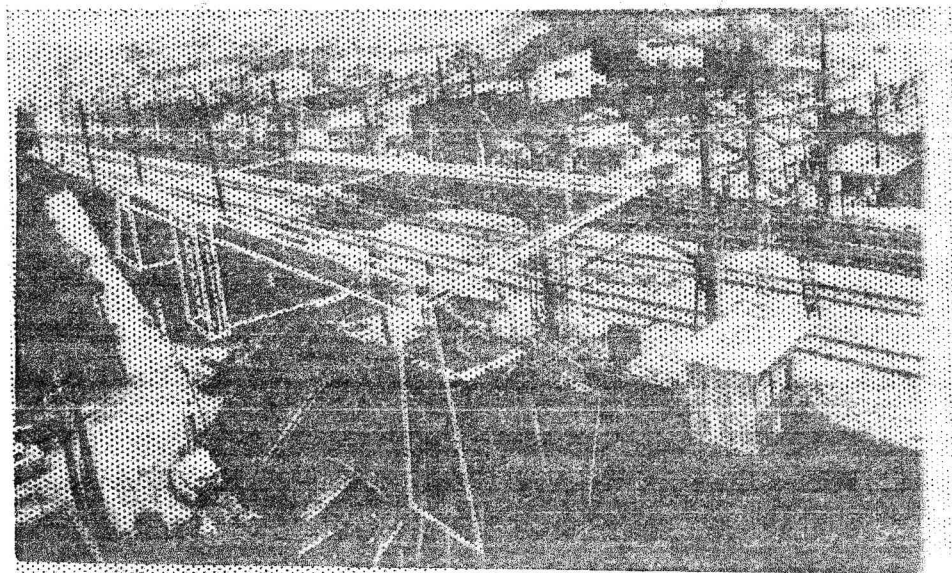
1. 概 要

国鉄山手線、目黒一五反田間にある大崎道架道橋は、現在、巾員 3.6 m であるが、都市計画街路放射 2 号線と交差するために、巾員 4.0 m に拡巾する必要を生じた。新街路は、車道巾員 13 m × 2、歩道巾員 4.5 m × 2、で、中央に巾員 5 m の緑地帯を有するものである。

また、この街路の中心に沿って、首都高速道路 2 号線が計画されており、高架橋で国鉄路線の上を横断することになる。

国鉄線は、山手線電車内廻りおよび外廻り、貨物線上り、および下り、計 4 線で、列車回数はそれぞれ 1 日 267、267、82、81 回であつて、この列車運転に支障なく、工事を施工する必要がある。

この付近の線路は高さ約 5.5 m の盛土区間で、直線で、目黒方に向つて $\frac{10}{100}$ の上り勾配である。在来の大崎道架道橋は、径間 3.6 m の I 型桁で軌道は無道床式である。(写真一)

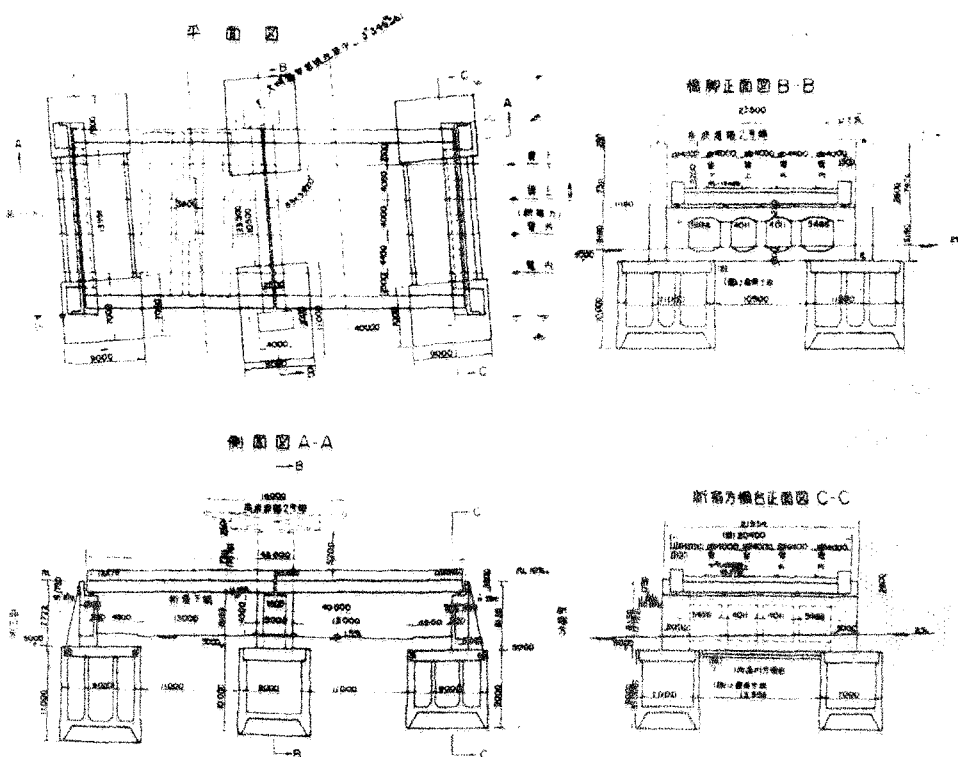


写真一 在来の大崎道架道橋とその拡巾計画

2. 新構造型式の採用

本工事の設計にあたっては、施工の安全をはかり、施工速度を高めるとともに、経済的に、将来保守に便利な構造物を築造できることを考慮し、下路床組構造のPC桁を採用することとした。

図-1 大崎道架道橋拡巾工事設計図



新構造型式採用の理由はつぎのとおりである。

(1) 施工の安全と、施工速度の向上、

鉄道線路に関して改良工事を施工する場合、その性格上、列車の運行を停止して工事を行うことは不可能な場合が多い。とくに重要幹線や、山手線のような、輸送量の多い線区では、列車の運行に対する影響を最少限にして工事を行うことが必須の要件である。

一方道路整備5ヶ年計画、東京都都市計画などによりとくに1964年10月開催の東京オリンピックを目標にして道路網の整備、拡充が急速に進んでおり、そのため、国鉄線と道路との交差の工事も急激に増加している。この場合、道路が鉄道線路の上空を横断する型式ならば、その工事は比較的容易であるが、道路が鉄道線路の下を横断する型式では、通常多くの工期と、工事費とを必要とする。

大崎道架道橋の拡巾工事について、従来よく用いられている施工法によるとすれば、施工順序は図-2のようになる。すなわち、線路敷内に仮橋台を施工したのち、4線分の仮桁（上路仮桁）3連を架設し、この仮桁の下で橋台、橋脚を施工し、橋台、橋脚が完成すると、仮桁を縦移動させて、橋台、橋脚上に正しく据え、本構造とする工法である。

もちろん、仮桁の架設、縦移動などは、列車間合を利用して行うことになる。

しかしながら、この方法は、実際的には著しい障碍を伴っている。それは、仮桁の架設方法が、図-2のように線路両側に組まれた足場上にまず仮桁を設置したのち、横移動させて線路下に押しこむことになっていて、外側の2線については、それぞれの列車間合に施工できるが、中央2線については、それぞれの側の2線の同時の列車間合に施工しなければならず、このことは、電車2線については可能であるが、貨物2線については、實際上不可能であつたからである。

もし貨物輸送に重大な犠牲を強いて、貨物2線の約4時間以上の同時列車運行停止を行うことができたにしても、この方法によるとすれば、工事完成までに約、4時間以上の列車間合20回、約2時間以上の列車間合、96回、を必要とし、大変な難工事となることが予想されるのである。

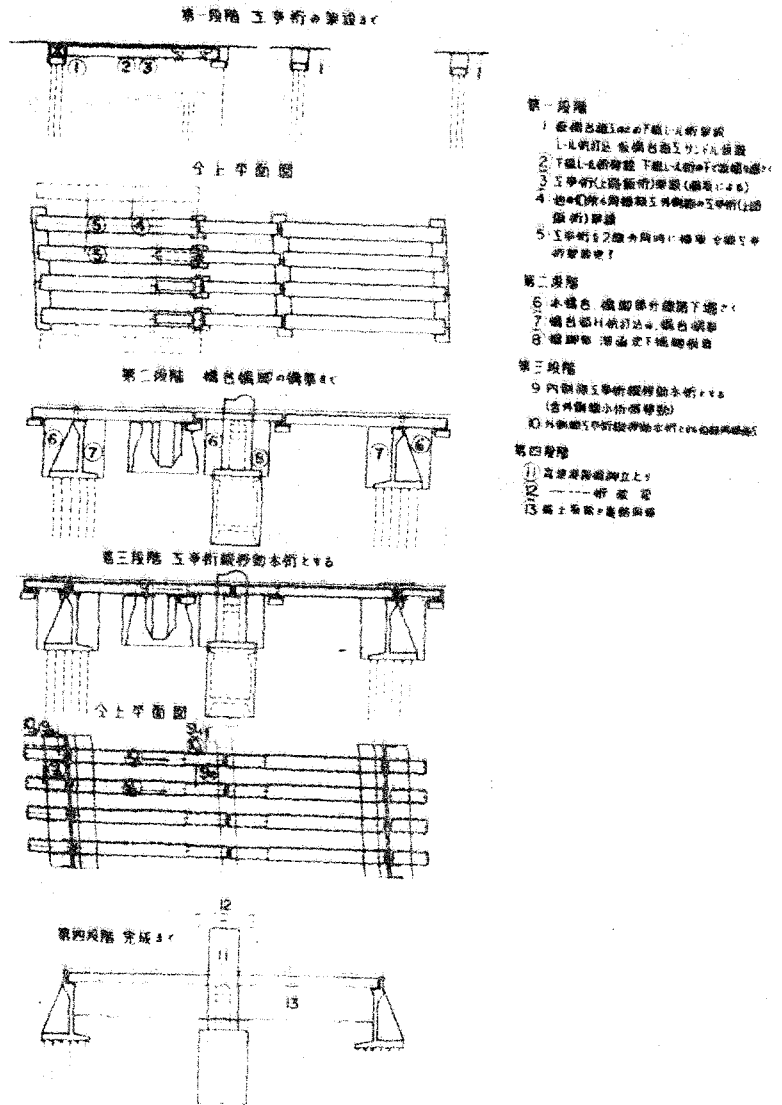
このような列車間合の作業というものは、時間に制約され、また深夜作業のこともあり、短時間に悪い作業環境で重量物を扱うことになるので、事故発生の原因となり易い。

昨今のように工事量が増大しているときには、この種の作業をなるべく少くすることが、安全の第一条件でありまた工事推進の大きな要素である。

とくに、このような橋桁の架設や移動には、必ず軌道の一時解体、復旧の工事が伴うものである。近年の東京付近の鉄道改良工事の増加によつて、軌道関係職員、および軌道工事請負者の勢力が著しく不足になり、軌道工事を伴う改良工事の工程は、往々にして軌道工事担当者の能力によつて左右されることが多い状態になつて、この種の線路解体、復旧の工事を減少させることが、工事推進の大きな要素の一つになつていのである。

以上の理由で、橋台、橋脚施工中の仮桁として、下路仮桁を採用しこれを仮橋台上に設置したのち図-3の施工順序に従つて、工事桁の下で本構造を施工することにした。この場合、本構造は、列車の運行に支障なく、昼間に施工できるので、工事の安全、施工速度の点から見て著しく

図-2 懸垂橋桁中工事の従来の工法による 施工順序図



有利となつた(表-1 参照)

本構造を下路桁とした理由は、定められた軌条面と、道路面との高さを考慮し、また仮桁の盛替えを行わないことを前提とした場合の必然の結果である。

圖-3 大橋建築機械施工順序圖

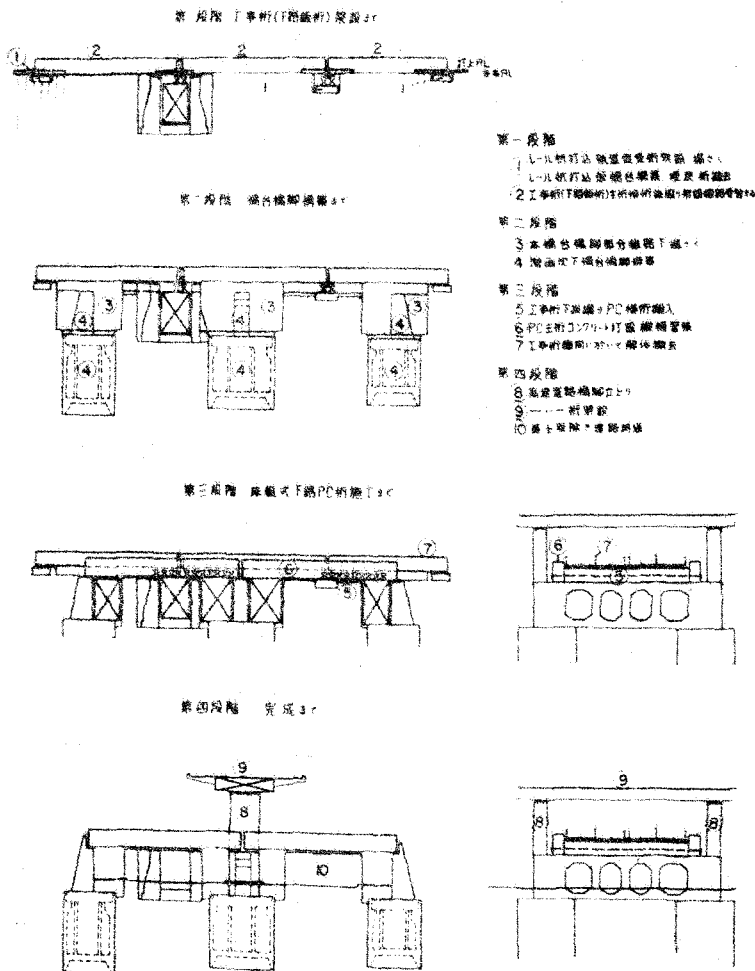


表-1. 新旧工法による列車間合の工事回数の比較

種 別		従 来 の 工 法	本 工 法	備 考
使用 する 工 事 桁		上 路 鋼 桁	下 路 鋼 桁	
本 構 造		上 路 鋼 桁	下 路 PC	
必 要 な 列 車 間 合	以 上 4 時 間	2 0 回	0	現行ダイヤ上実施不可能
	以 上 2 時 間	9 6 回	4 2 回	

(2) 工事の経済性

このように下路工事桁の下で、列車運行に支障なく、本構造を施工することになったが、本構造として、鋼桁とP、C桁とが比較された結果、その経済比較は、表-2のようであった。

表-2 鋼桁とPC桁との経済比較

工 事 種 類	PC 桁 案	鋼 桁 案	備 考
軌 道 工 事	1 3.1 0 0 千円	1 3.1 0 0 千円	軌道、撤法、復旧扛上、低下等
仮 道 工 事	8 6.2 1 0	8 5.1 1 0	
下 部 構 造	1 1 0.4 2 0	9 1.5 5 0	
上 部 構 造	6 7.9 6 0	8 8.3.9 0	
雑 工 事	3 9.4 7 0	3 9.9 7 0	
附 帯 電 気 工 事	3 0.0 0 0	3 0.0 0 0	
計	3 4 7.1 6 0 千円	3 4 8.1 2 0 千円	

註、線路の仮受けには下路鋼桁式工事桁を使用する。

一般に上路鋼桁は、主桁がほとんどの重量を占めるが下路鋼桁では、床組が全体の約30%の重量を占め、同一条件の上路鋼桁より25~50%、程度鋼材が多く必要であり、製作

費においては約40%～70%の増加となる。

しかるにP、C桁においては、上路、下路ともに床版コンクリートが必要であるので、下路けたとしても、同一条件の上路けたより約20%程度の工事費の増としかならない。したがって、けた高の制限などの理由で、下路けたが必要になる場合には、P Cけたが鉄けたより経済的に優位になる場合が多いのである。

大崎道架道橋の場合も、同様の経済比較を示している。

3. 工事の施工順序

工事は前述のように図-3の順序にしたがつて施工することとした。その施工順序の特徴は、列車間合の作業を極力少くするため、線路の仮受用の仮桁として、下路式のものをを用い、3連の仮桁の中央の2個所の仮橋台は盛替えることなく、本構造の一部として組込めるような型式のものを採用して、工事施工の安全性を大きくしたことである。

すなわち、下路式の工事桁は、小さい横桁を順次線路の下にそう入して行き、主桁も1枚ずつ線間に組立てて行くことができるので、列車間合の作業は、上路式の工事桁を使用する場合にくらべて著しく軽微であり、また一旦線路を工事桁で仮受けしたのちは、線路下でP C横桁を挿入する作業は、列車運行に支障なく随時行われ、またP C主桁は線路外に位置するので、その施工も、列車運行に支障なく行われる。したがって、工事が列車間合や、軌道工事に支配されずに行われることになり、工程も相当短縮できた。

4. 研究を必要とする諸問題

国鉄では、すでに五百数十連のP C鉄道橋を施工しており、また諸外国のP C鉄道橋の施工状況より見て、鉄道橋としてのP Cそのものの適用には、問題点は少ないと思われるが、本工事は、今までに施工されたP C鉄道橋とくらべて、次のような特徴をもっている。

- (1) 列車運転の極めて頻繁な国鉄線路下のP C工事であること。
- (2) 下路P C構造で、国鉄線4線を支えるものであること。したがって橋梁巾員が広くなり、二辺固定、二辺弾性支承という条件の床組構造となつていること。
- (3) 横桁としてプレキャストブロックを接合した桁を用いる必要の生ずる可能性があること。
- (4) 主桁は、床組の両側に現場打ちされ、従来のフレシネケーブルより相当大型のP Cケーブルを必要とする見込であること。

従来の施工経験などから、一応成功の用途はついているが、これらの特珠な条件下にあるので、なお、設計、施工の細部について、つぎのような点を特に検討することになった。

- (1) 床組構造式下路P C桁における荷重の分配ならびに、その伝達機構の解明。

- (2) 下路P C桁の主桁におよぼす捻りの影響、
- (3) プレキャスト、ブロックを接続して、横桁とする場合の載荷能力および疲労強度。
- (4) 下路P C桁の床組と、主桁との連結方法。
- (5) P C桁の支承構造。
- (6) その他

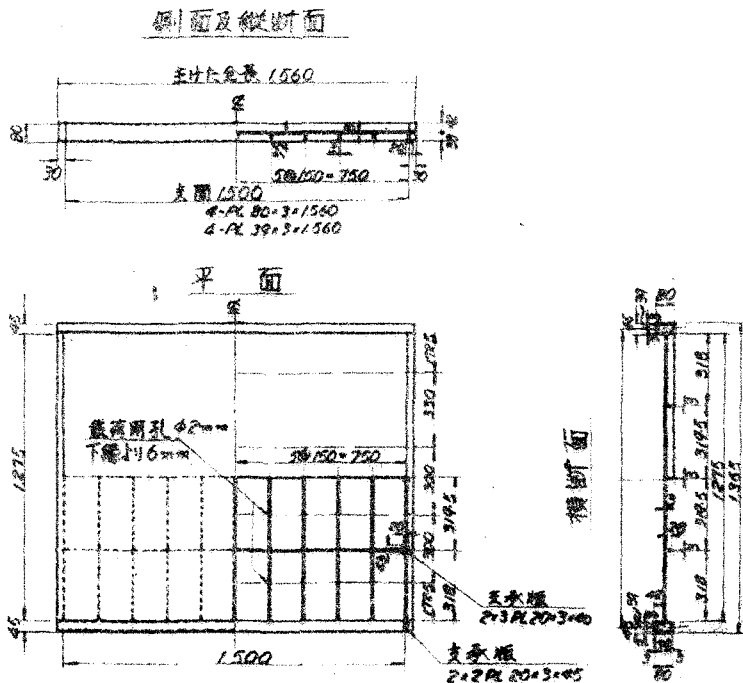
5 研究経過

前項の諸問題のうち、主要事項に関する研究の経過は概ね次の通りである。

- (1) 模型桁による荷重分配等の調査試験。
- (i) 試験の目的

模型により、次の二項目について実験を行い、実橋設計の基本的な資材を得ることを目的とする。

- (a) 荷重分配の状態、とくに床版の応力の伝達状態
- (b) 主桁のねじりについて



注) 部材の接合及び結合には $\phi 2$ ヒスを最大間隔 50mm 間隔に配置し接合面には鉄でハンパ着けを施した。

(ii) 模型供試体

模型は実橋の約 $\frac{1}{133}$ の大きさで、厚 3 mm の黄銅板を用い、実橋の曲げ剛性比に、各部材比を出来るだけ近ずけるように設計した。模型供試体の型状寸法は図-4のとおりである。

(iii) 試験方法

載荷は1個当りの重さ 7.4 Kg の分銅を使用し、横桁に孔をあけ、これフックでして行つた。

載荷状態は6種とし、ダイヤルゲージによる撓み測定、および主桁の回転の測定ならびにワイヤーストレインゲージによる各部ひずみの測定を行つた。(写真-2)

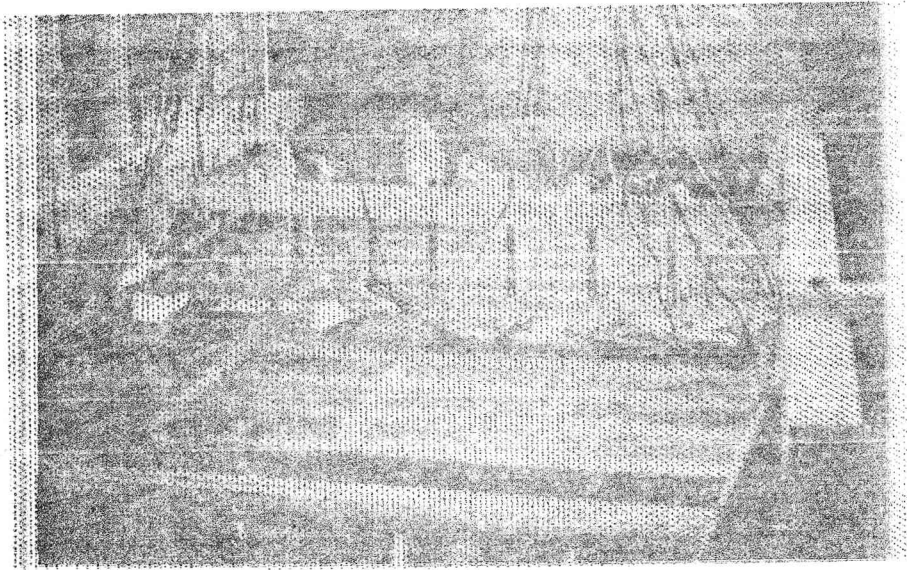


写真-2 模型による荷重分配試験

(iv) 試験結果

この試験により、本型式の橋梁における主桁の捻れを考慮した荷重分配、とくに床版の応力伝達状態についての解析方法が求められた。

2. 試験桁による主桁の捻り曲げ試験。

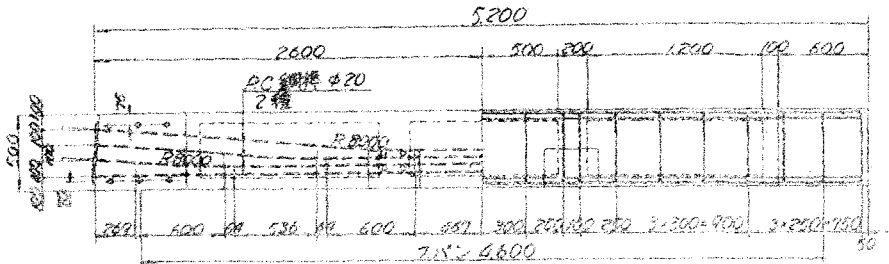
(1) 試験目的

PC主桁が、捻れと曲げとを同時に受ける場合の合成応力に対する抵抗を解明することを目的とする。

(2) 試験桁

試験桁は実橋のほぼ $\frac{1}{3}$ の断面を有する箱型断面のPC桁である。(図-5)

鋼棒鉄筋配置図



平面図

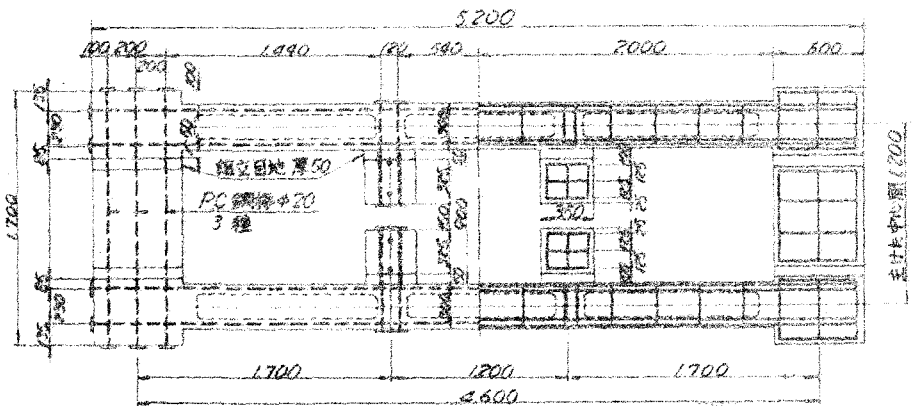


図-5 主桁の捻れ曲げ試験供試体

試験は純曲げ試験と捻り曲げ試験の両方の試験を行うので、捻り曲げ試験用模型桁には突出ばりを設けた。

(3) 試験方法

載荷は、純曲げ試験の場合は桁1本ずつ、捻り曲げ試験の場合は、二本の桁を一組にして行つた。

試験の種類は、静的および動的試験である。

試験数量は表一三のとおりである。

表一三 主桁の捻れ試験（本数）

種 別	捻 り 曲 げ 試 験		純 曲 げ 試 験	摘 要
	予 備 試 験	本 試 験		
静 的	—	4	2	
動 的	2	4	2	100 万回繰返し

(3) コンクリート、ブロック接合試験。

(i) 試験目的

コンクリートブロックの継目材料および継目面の処理方法について比較試験を行つて、適切な材料および工法を選択する。

この試験は次の三項に分かれる。

- (a) 継目施工試験
- (b) 各種継目工法に対する予備試験
- (c) 継目を有する試験桁の動的、静的载荷試験

(ii) 継目施工試験

実際に使用するPC横桁とほぼ等しい断面を有する、図一六の試験用ブロック2個を150mm 間隔に設置し、その間に継目コンクリートを打込む。コンクリートの配合および締固め方法を変えて施工し、コンクリート打込後曲げ破壊させて、曲げ強度および切断面を調査する。

(iii) 各種継目工法に対する予備試験

JISA1106 に準じたコンクリートブロック2個の間に継目材料を施工する。継目面の表面仕上げは4種とする。（図一七）

継目材料も4種を選定し、前述の継目面処理工法と組合せた各種工法に対し、6個ずつの供試体を作成し、継目材料の材令7日および28日において、おのおの曲げ試験を施行し、一体とし

圖-6 繼目施工試驗供試體

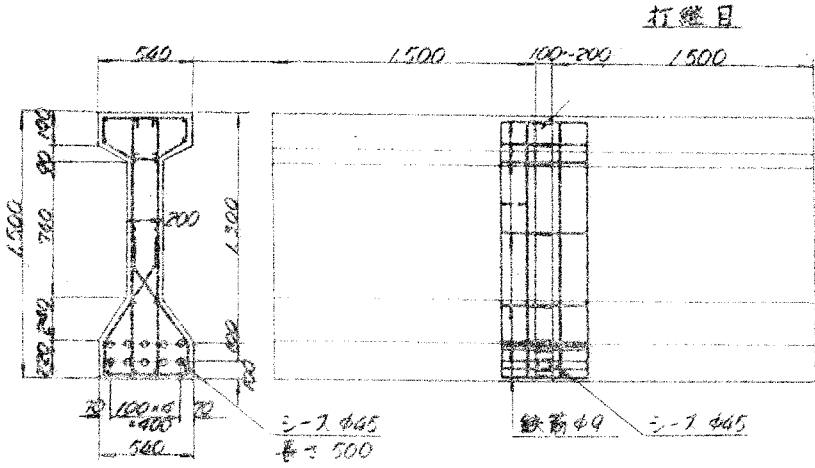
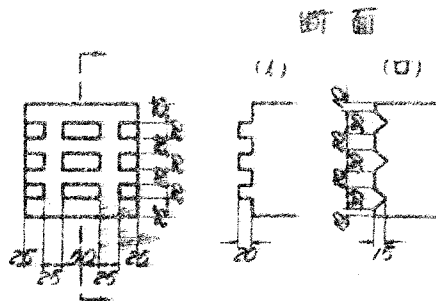
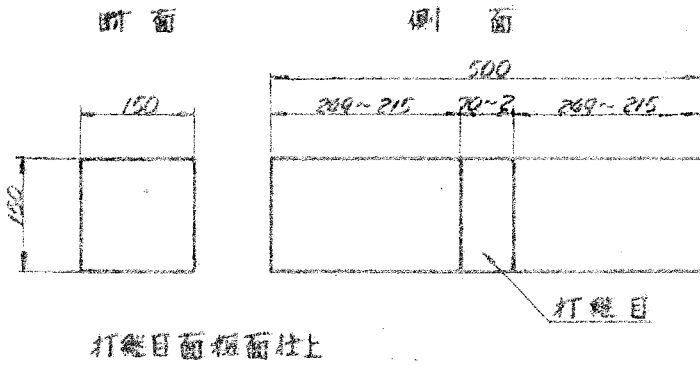


図-7 各種継目工法に対する予備試験供試体



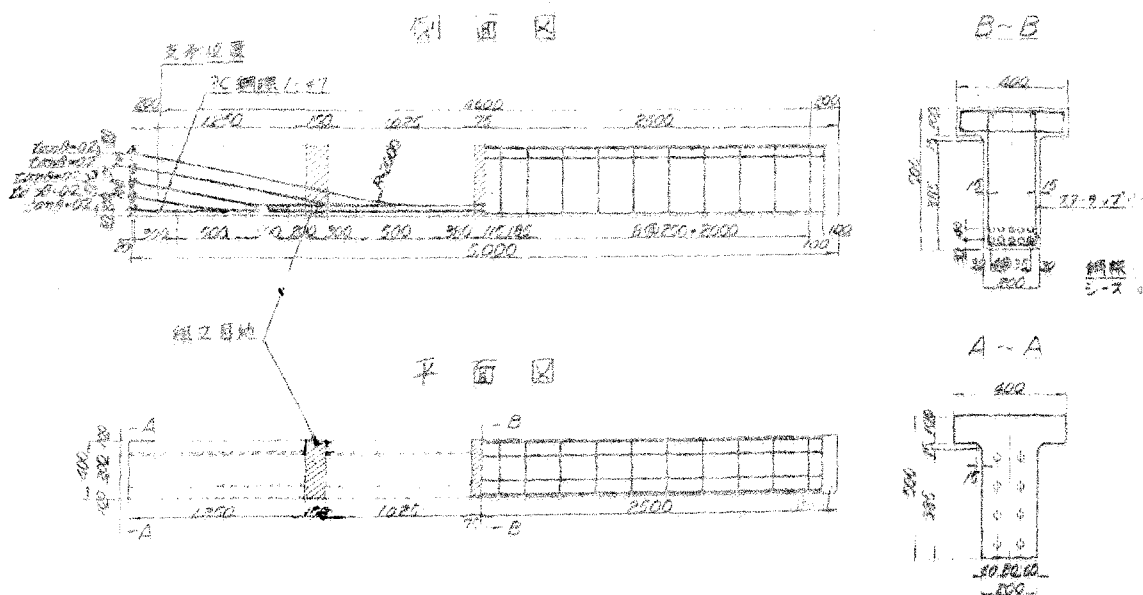
て作成したコンクリート曲げ試験供試体と曲げ強度を比較する。

継目材料としては次の4種を用いた。

- (a) 早強セメントを使用したコンクリート
 - (b) 膨張コンクリート(エンベコ)
 - (c) エポキシ樹脂を使用した接着剤(ショーボンド)
 - (d) ポリエステル樹脂を使用した接着剤(ポリモルタル)
- (iv) 継目を有する試験桁の静的および動的載荷試験。

前述(ii)および(iii)の試験結果より、適当と思われる2,3の継目材料、工法を採用しスパン5m程度の試験桁を製作し、静的および動的載荷試験を行う。(図-8)

図-8 継目を有する桁の静的動的試験供試体



結論

現在までの研究経過によれば、大体予想した工法により、床組式下路PC桁の施工が可能と考えられるが、工事の進行に合わせて、更に細部を検討して行く予定である。

この工法の採用により、列車運転の極めて頻繁な山手線の下での架道橋工事を、在来の工法にくらべて安全で経済的に施工できることになった。

- 図－１　大崎道架道橋拡巾工事設計図
- 図－２　架道橋拡巾工事の従来の工法
- 図－３　大崎道架道橋拡巾工事施工順序図
- 図－４　荷重分配試験用模型供試体
- 図－５　主桁の捻り曲げ試験供試体
- 図－６　継目施工試験供試体
- 図－７　各種継目工法に対する予備試験供試体
- 図－８　継目を有する桁の静的動的試験供試体

表－１　新旧工法による列車間合の工事回数の比較

表－２　鋼桁とＰＣ桁との経済比較

写真－１　在来の大崎道架道橋

写真－２　模型による荷重分配試験