

## PC横断歩道橋の施工例について (設 計 編)

佐 藤 秀 一\*  
中 村 恒 一\*\*

### 1. はじめに

近年における産業の高度の発展と国民の生活水準のいちじるしい向上にともない、わが国のモータリゼーションは急速に進展している。しかしながら一方では、これに対応して、交通事故もまた年々増加の一途をたどっており、41年には交通事故による死亡者が全国で13904人と史上最高の数に達し、さらに42年も10月初旬に1万人を越え、しかもこれは41年につぐテンポであるといわれている。

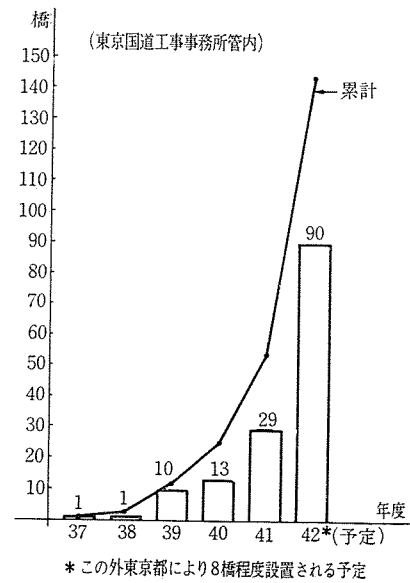
いうまでもなく交通事故は、国民の貴重な生命、財産を直接おびやかす社会的に測り知れない損失を与えるものであり、これを絶滅することは国民全体の念願である。

交通事故を防止するには、交通道德の向上、交通規制の強化など各方面での努力の積重ねが必要であるが、より直接的には道路交通環境の整備、特に交通安全施設を整備することが重要である。

このような事態に対処して、国は交通安全施設を緊急に整備する方針を固め、41年度より多額の事業費を投じて整備事業を進めてきている。これら交通安全施設には種々のものがあるが、そのうち横断歩道橋は横断歩行者と車両を空間的に分離し、横断歩行者事故および車両の追突事故を確実に防止できる施設として非常に大きな効果を発揮するものである。このため交通安全施設整備事業においても、横断歩道橋の設置に重点がおかれ、41年度末に全国で652橋あったものが（このほかに地下横断歩道が160カ所）、42年度中にはさらに約1650橋設置される予定となっている。

東京都内の一般国道を管理している建設省東京国道工事事務所においても、各種交通安全施設の整備に全力をあげているが、特に横断歩道橋については特定の区間をのぞき今後1～2年以内にはほぼ500mごとに1カ所設置することを目標にその整備を急いでいる。42年度中に

図一 都内国道横断歩道橋設置数年度別推移



約90橋を架設し、42年度末には全部で約140橋を管理することになるはずである（図一参照）。

ところで、都内における従来の横断歩道橋は、鋼構造で施工されたものがほとんどであるが、このたび工期の短縮および市街地における美観を考慮して、プレストレストコンクリート構造の横断歩道橋の架設を試みた。PC構造に注目した第一の理由は、都内の国道の横断歩道橋のスパンが16～20m程度で比較的一定しており、これに適合する型わくを作れば、プレハブ化によって量

写真一 完成した横断歩道橋（C型）



\* 建設省関東地方建設局東京国道工事事務所長

\*\* オリエンタルコンクリート株式会社

写真-2 完成した横断歩道橋 (C型)

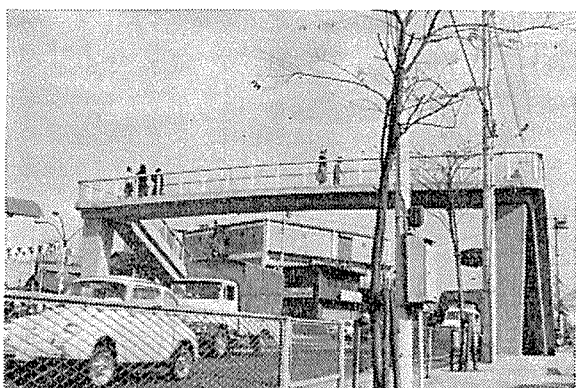


写真-3 完成した横断歩道橋 (L型)



産が可能となりかつ架設も簡易化されるため、工期が従来よりもはるかに短い 50 日程度に短縮されることである。さらに PC 構造によれば、主げたおよび階段をスレンダーなものとすることができ、造形美が造り出せるうえに塗装が不要なことなど維持管理上の利点が認められるので、今後はかなり普及するものと期待される。

以下この PC 横断歩道橋の設計および施工について概要を述べ大方の参考に供したい (写真-1~3)。

## 2. 設 計 編

### (1) 設計上の条件

横断歩道橋の設計に当り、その特異性からつぎの二つの条件が優先される。すなわち「美観」と「施工性」である。

まず、美観について、従来の歩道橋と対比して述べれば、

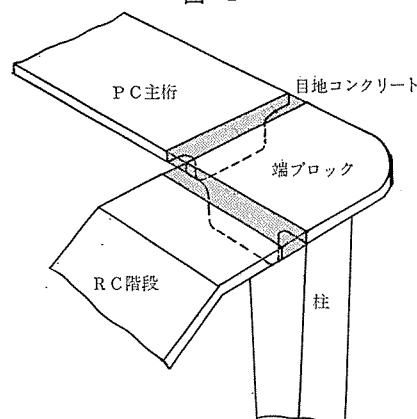
a) 部材の形状を簡素化するとともに、部材の種類を少なくする。

b) 部材の線形に主題をきめて統一する。

c) 付近の構造物とのバランスを考える。

等があげられる。以上のうち、部材の形状の簡素化および部材数を少なくすることは、主げらおよび階段ばり断面を一種類とし、他に柱の断面をふくめて都合二種類に統一し、鋼構造の歩道橋と見られる細い部材の組合せは

図-2



のぞくことにより解決した。また階段の踊り場の下の柱をのぞくとともに、従来良く用いられた階段とコンクリート板を用いる構造は排除した (図-2 参照)。

部材の線形については、部材の一部から構造物全体まですべて曲線を基調とした。この基本は断面の形状と、一端の階段から主げりへ、そして他端の階段へと、ひとつの部材の流れによって強調されている。

付近の構造物とのバランスについては、コンクリート構造物は一般に重量感が強調されるものとなってしまうが、本橋においては、部材を可能な限り薄くし、高欄に透明なアクリル樹脂板を用いる等の工夫をして、構造物に軽快な感じを出すように工夫し、付近の都市美と調和させるようにした。

つぎに施工性に対する基本的な条件を述べればつぎのようである。

a) すべてプレキャスト部材の組合せである。

b) プレキャスト部材の架設工事は、夜間の短時間で完了する。

c) 架設、組立完了後は、ただちに安定したものとならなければならない。

d) 基礎を小さくするために、部材を軽量化する (骨材にメサライトを用いた軽量コンクリート使用)。

e) 架設を考慮して、最大部材長を車道幅内とする (図-3)。

f) 架設後の現場工事をできるだけ少なくする。

以上のごとき施工上の条件につき、それぞれつぎのような考えのもとに設計を行なった。プレキャスト部材の

図-3

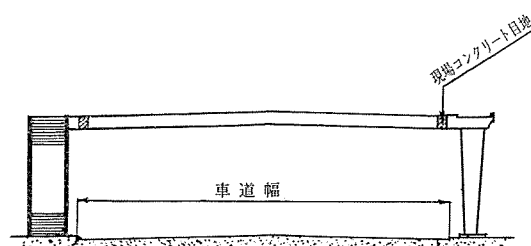


表-1 部材の重量および長さ

	重量 (t)	長さ (m)
主 ば り	17	17.00
階 段 ば り	13	14.00
柱 頭 ブ ロ ッ ク	3	1.75
柱	9	5.50

組合せは、主ばり、階段ばり、柱頭ブロック、柱、の4ブロックに分け、その他に部材はない。これらはいずれも表-1に示すような重量および長さとなり、工場または、架設地点外の製作ヤードで製作するものとする。現場の架設作業は夜間の数時間に行ない、その後、組み上がった状態では十分に安定を保っていなければならない。したがって、柱とフーチングの間には仮アンカー ボルトを用いるとともに、柱頭ブロック間の鋼線および鋼棒のカップリング作業は、架設作業と平行して行なうこととした。一方、仮締ボルトで固定された柱は鋼製ベントにより安定され、また主ばりおよび階段ばりは一時鋼製ベント上に置き、安定が保たれる。この後プレキャスト部材間のコンクリート目地、ドライパッキング目地の施工を行ない、緊張作業を行なって組立は完了する。

部材の大きさおよび重量の決定に当っては、架設機械

の能力および運搬の可能につき検討するのは当然であるが、その他に部材の最大長さを道路幅以下にして、架設地点に隣接する電柱および街路樹等に関係なく作業ができるようにした。そのために図-2に示すような現場打ち目地を設けた。この目地はそのほかに多少の橋長の変化および施工誤差を処理することを目的とした。架設点付近に電柱その他、架設の障害となるものがない場合は、柱頭ブロックまでを一体として工場製作してよい。

現場工事をできるだけ少なくするために、主ばりおよび

図-4

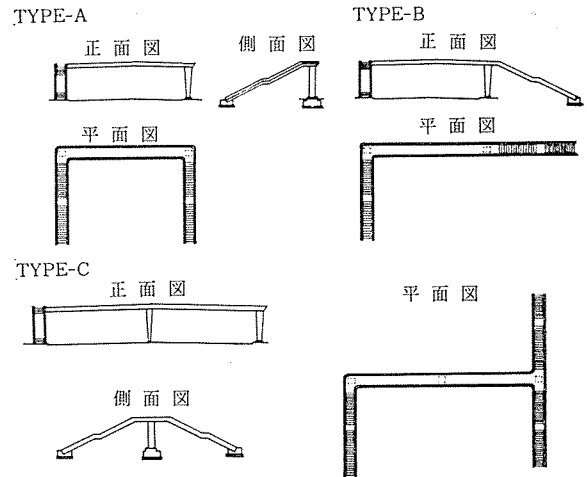


表-2

歩道橋名	道路幅員	橋 長	支 間	プレキャスト桁長	階 段 長	幅 員		概 略 図		
						橋 梁	階 段	立 面	側 面	平 面
下高井戸	16 650	20 850	18 800	16 650	上り 14 325 下り 14 325	1 500	1 500			
烏山その1	14 050	17 650	15 900	14 050	13 725 14 025	1 500	1 200			
2	14 000	21 870	18 700	17 000	13 075 13 725	1 500	1 500 1 200			
3	14 500	18 200	16 200	14 000	14 025 14 325	1 500	1 200 1 500			
仙 川	14 050	17 650	15 900	14 050	13 725 13 425	1 500	1 200			
小 伝 馬	18 000	22 400	20 350	18 200	14 325 14 625	1 500	1 500			
幡ヶ谷	16 700	21 100	19 050	16 900	14 025 14 025	1 500	1 500			
新 宿	14 700	18 300	16 550	14 700	14 025 14 025	1 500	1 200			
上高井戸	14 000	17 600	15 850	14 000	14 025 14 025	1 500	1 200			
赤 坂	14 750 (1 500) 13 750	35 000	17 275 15 675	17 250 15 650	(14 325) (13 725) 14 325	1 500	1 500			

び階段の地覆は工場製作とし、高欄の束柱の位置は、箱ぬきにして、現場でエポキシモルタルにより定着することとした。

### 3. 横断歩道橋の種類

今回計画された横断歩道橋は 10 橋であるが、このうちの主なものにつき図示すると図-4 のようである。これらの各構造物はでき上がったものとしては大きく分けて 3 種類となるが、これらに用いる各ブロック、すなわち主ばり、階段ばり、柱などは、いずれも共通の部材としてプレハブ化し、その立地条件よりこれら部材の組合せを変化させて、合計 3 種類の構造物を製作したものである。また幅員が 1.500~1.200 m の間で変化するが、こ

れは主ばりおよび階段ばりとも、断面のフランジの張出し長さにより変化させた。

### 4. 設計条件および材料強度

#### (1) 設計条件

形 式：プレキャスト軽量コンクリート組立方式による PC ラーメン橋

活 荷 重：群集荷重 350 kg/m<sup>2</sup>

震 度： $k_h=0.2, k_v=0.1$

破 壊 荷 重：1.3×死荷重+2.5×活荷重

設計諸元：表-2 のとおりである。

#### (2) 材料強度 (表-3, 4, 5, 6)

表-3 軽骨コンクリートはメサライト骨材使用

コンクリートの種類	P C 主 桁		階 段 主 桁		柱		フ ー チ ン グ
	軽 量	軽 量	普 通	軽 量	普 通	普 通	
圧 縮 強 度 $\sigma_{ch}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	400	300	300	300	240		
ヤ ン グ 係 数 $E_c$ ( "	$2.1 \times 10^5$	$1.9 \times 10^5$	$3.0 \times 10^5$	$1.9 \times 10^5$	$2.7 \times 10^5$		
許容曲げ圧縮応力度	直 後 $\sigma_{cat}$ ( "	170	130	—	—	—	
	設計荷重時 $\sigma_{ca}$ ( "	130	100	100	100	80	
許容曲げ引張応力度	直 後 $\sigma_{cat}$ ( "	-10	-8	—	—	—	
	設計荷重時 $\sigma_{ca}$ ( "	-10	-8	—	—	—	
許容斜引張応力度	設計荷重時 $\sigma_{1a}$ ( "	-6	-5	-8	-5	—	
	破壊荷重時 $\sigma_{1a}'$ ( "	-14	-10	—	—	—	
許 容 支 圧 応 力 度 $\sigma_{ca}$ ( "	100	75	75	75	70		
プレストレス導入時圧縮応力度 $\sigma_{ci}$ ( "	350	250	—	—	—		
単 位 重 量 $w_r$ (t/m <sup>3</sup> )	1.90	1.90	2.50	1.90	2.50		

表-4 P C 鋼 材

	P C 鋼線 $\phi 7$	P C 鋼棒 $\phi 27$	
引 張 応 力 度 $\sigma_{pu}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	155	110	
降 伏 点 応 力 度 $\sigma_{pu}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	135	95	
有 効 引 張 応 力 度 $\sigma_{pe}$ (kg/mm <sup>2</sup> )			
許容引張応力度	設 計 荷 重 時 $\sigma_{pa}$	93	66
	直 後 $\sigma_{pat}$	121 <sup>5</sup>	76

表-5 鉄 筋

	SR 24	SD 30
許 容 引 張 応 力 度 $\sigma_{sa}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1400	800

表-6 アルミニウム型材 (束柱) およびアクリル系樹脂板

	強 度	備 考
アルミニウム型材	27 kg/mm <sup>2</sup>	高欄 (笠木, 束柱)
樹 脂 板	700~800 kg/cm <sup>2</sup>	厚さ 6 mm (高欄の側板)

### 5. 組立順序

本橋は、プレハブ形式により製作される構造物であるために、解析は組立順序にしたがって行なわなければならない。ここに、大別して、二つの構造別にその大要を記すとつぎのようになる。

#### (1) 門型ラーメン橋

a) PC主ばりは工場で作成し、プレストレス導入後、地覆を打設する。

b) 階段ばりおよび柱、柱頭ブロックを鉄筋コンクリート部材として工場で作成し、引続き階段ばりには地覆を打設する。

c) 現地にて柱を建込み、仮締ボルトにてフーチングの一部と結合し柱を囲むように鋼製ベントを組立てる。

d) 鋼製ベント上に階段ばり、柱頭ブロック、主ばりをおさめながら、主ばり ↔ 柱頭ブロックの PC 鋼線のカップリング、階段ばり ↔ 柱頭ブロックの鋼棒のカップリング、柱 ↔ 柱頭ブロックの鋼棒そう入を行なう。

e) 主ばり、階段ばり、および柱と柱頭ブロック間の目地を施工し、それぞれ PC 鋼材を緊張後、ラーメン構

造が完成する。

f) 鋼製ベントを取のぞき、フーチングの残りを打設する。

(2) 2径間連続門型ラーメン橋

a) PC主ばりは、柱頭ブロックと一体に製作し、1次プレストレス導入後、地覆を打設する。

b) 階段ばりおよび柱を鉄筋コンクリート部材として、工場で製作し、引続き階段ばりには地覆を打設する。

c) 現地にて、両側階段部の柱を建込み、仮締ボルトにてフーチングの一部と結合する。中央の柱は、下端メナーゼヒンヂとなるために建込み後、フーチングの残部をただちに打設する。各柱に対して柱をかこむように鋼製ベントを組立てる。

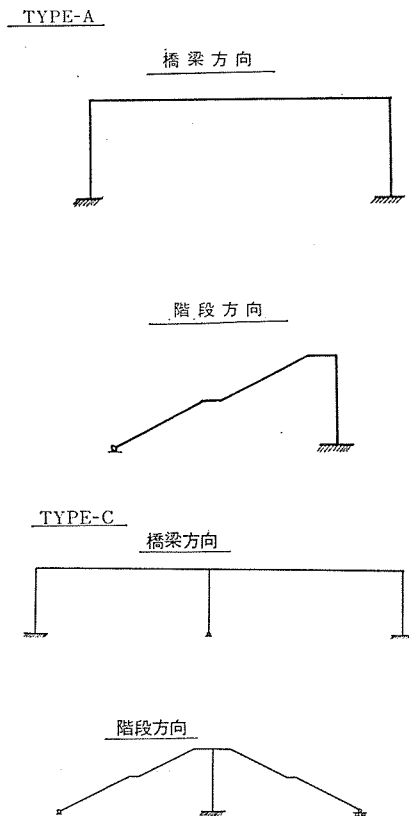
d) 鋼製ベント上に、階段ばり、主ばりをおさめながら、並行して、中間柱上の主ばり ↔ 主ばり および階段ばり ↔ 主ばりのPC鋼材のカップリングを行なう。

e) 主ばりおよび階段ばりの目地を施工し、それぞれ緊張し、ラーメン構造が完成する。

f) 鋼製ベントを取のぞき、フーチングの残りを打設する。

以上述べたような施工の順序が決定すれば、構造計算は、この順序にしたがい進めればよい(図-5)。

図-5

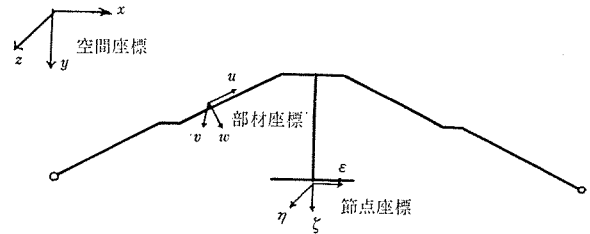


6. ラーメン構造の解析

本橋は橋梁部ラーメンおよび階段部ラーメンが一体となった立体ラーメン構造であるが、計算の便宜上、橋梁部および階段部方向の二方向につき平面ラーメン構造として解析した。

計算方法としては、空間座標、部材座標、節点座標から想定する任意の平面ラーメン構造物の位置を定め、部材の端力、端モーメントを部材座標に関して求め、これらの部材座標の固定された空間座標に対する方向余弦を行列として扱い、部材端断面力を空間座標に変換し、実荷重による変位置を求め、各節点に集る力およびモーメントのつり合条件より、その行列式を解き、この解を方向余弦行列を用いて空間座標から、部材座標にもどして、各部材の任意の着目点に生ずる断面力および変形を求めることとする(図-6)。

図-6



7. 設計一般

(1) 2次荷重の取扱い

本橋のごとくプレキャストされた部材を組立て、最終的に不静定構造物が構成される場合、コンクリートのクリープの影響により2次荷重が発生する。

本橋の場合は、主ばり、階段ばりの自重およびプレストレスに対して、つぎに示す計算式により、クリープによる2次荷重を考慮した。

$$M_0 = (M' - M)(1 - e^{-\mu})$$

$M'$ : 完成した不静定構造物としての荷重

$M$ : プレキャスト部材としての荷重

(2) 定着工法

本橋のPC部には、2種類の定着工法が使用されている。すなわち OSPA 工法およびPC鋼棒による定着工法である。

本設計において、いかなる定着工法を用いるかについては、種々検討をしたのであるが、まず、設計上の必要な条件としては、設計断面が定着端にごく近い部分にあるため、定着時のすべり(PULL IN)が比較的大きな定着具はさけた方がよい。施工上は柱とはりとのジョイント部のPC鋼材は、鋼棒とするのが望ましい。またいずれの定着工法も、すべて目地部において簡単に接続できることが必要である。

以上のような理由から、上記2種類の定着工法を用いたのである(写真-4, 5)。

写真-4 OSPA 定着金具 および扇状にヘッド加工された PC 鋼線

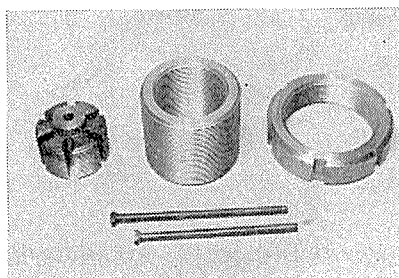
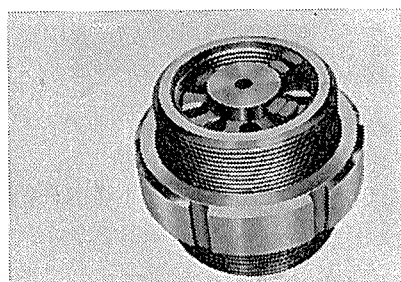


写真-5 一組としてセットされた OSPA 定着金具



鋼棒による定着工法については、いまさら説明を要しないが、OSPA 工法は国産の PC 定着工法で、鋼線頭に扇状のヘッドを冷間加工したものであり、この種の定着工法ではできなかったシース孔にあとから加工ずみの鋼線をとおし、定着することができるので、本橋では施工上非常にすぐれていると考えられた。

コンクリートブロックの種別については、冒頭で述べたごとく、骨材にメサライトを用いた軽量コンクリートが主体となっているが、柱頭ブロックについては、三方向の PC 定着部が集中する。アンカーブロックにも相当するために、特に普通コンクリートを用いて安全を期した。

### (3) 設計荷重の合成

設計計算は施工の順序にしたがって行なったが、構造物の安全を確認する時点を大きく分けて、

- ① ラーメンとして、一体構造物が完成した時点 ( $t=0$ )
- ② クリープ、乾燥収縮が完了した時点 ( $t=\infty$ )

として、それぞれの時点で、設計荷重を合成した。本橋に用いた荷重および安全を確認した、荷重の組合せは、つぎのとおりである。

なお、荷重の組合せの基本は「横断歩道橋 研究報告書」によっている。

#### a) $t=0$ の場合

- ① 桁自重(単純桁)+地覆(単純桁)+橋面荷重+柱自重
- ② 桁自重(単純桁)+地覆(単純桁)+橋面荷重+柱自重+活荷重
- ③ 桁自重(単純桁)+地覆(単純桁)+橋面荷重+柱自重+活荷重+温度変化
- ④ 桁自重(単純桁)+地覆(単純桁)+橋面荷重+柱自重+風荷重
- ⑤ 桁自重(単純桁)+地覆(単純桁)+橋面荷重+柱自重+地覆荷重+地震時活荷重

#### b) $t=\infty$ の場合

- ① 桁自重(単純桁)+地覆(単純桁)+桁自重および地覆によるクリープ荷重+プレストレスによるクリープ荷重+橋面荷重+柱自重
- ② 桁自重(単純桁)+地覆(単純桁)+桁自重および地覆によるクリープ荷重+プレストレスによるクリープ荷重+橋面荷重+柱自重+活荷重
- ③ 桁自重(単純桁)+地覆(単純桁)+桁自重および地覆によるクリープ荷重+プレストレスによるクリープ荷重+橋面荷重+柱自重+活荷重+温度変化および乾燥収縮
- ④ 桁自重(単純桁)+地覆(単純桁)+桁自重および地覆によるクリープ荷重+プレストレスによるクリープ荷重+橋面荷重+柱自重+風荷重
- ⑤ 桁自重(単純桁)+地覆(単純桁)+桁自重および地覆によるクリープ荷重+プレストレスによるクリープ荷重+橋面荷重+柱自重+地震荷重+地震時活荷重

以上の荷重の組合せのうち、 $t=0, t=\infty$ につき、いずれも③および⑤の荷重の組合せが最も危険な状態となる。

## 8. あとがき

本橋は現在施工中であるため、施工編は追って報告する予定である。

### 参 考 文 献

- 1) 人工軽量骨材コンクリート設計施工指針(案)(土木学会)
- 2) コンクリート標準示方書(土木学会)
- 3) プレストレスト コンクリート設計施工指針(土木学会)
- 4) 横断歩道橋研究報告書(日本道路協会、横断歩道橋委員会)
- 5) OSPA 工法設計施工基準(オリエンタル コンクリート株式会社)
- 6) 不静定コンクリート構造物においてクリープにより発生する静定力の計算方法(猪股俊司、セメント コンクリート)

1967. 12. 18・受付