

道路拡幅に伴う3径間連続箱桁橋の補強工事

－神島大橋－

広島支店	土木工事部	崎山義之
広島支店	土木工事部	若山悟史
広島支店	土木工事部	古賀隆明
広島支店	土木営業部	藤岡 靖

概要：神島大橋は、昭和45年に竣工したプレキャストセグメント張出し架設工法による3径間連続箱桁橋である。近年の交通量の増加に伴い、利便性および安全性向上を目的とした床版拡幅工事が実施されることとなった。床版拡幅に伴う増加荷重に対して、主桁には外ケーブルおよび炭素繊維シート補強を施し、張出し床版下側には補強リブを設置した。また、鉛直耐力が不足した橋脚上の支承部には、補強支承を追加配置した。

Key Words：補強リブ、外ケーブル、炭素繊維シート、支承取替え

1. はじめに

神島大橋は岡山県笠岡市神島～横島間に位置し、昭和45年に竣工した国内初のプレキャストセグメント張出し架設工法によるPC3径間連続箱桁橋である。本橋は歩道幅が片側0.750mと狭く、また海上橋であることから、近年の交通量の増加に伴い、歩行者の危険性が増大した。よって、幅員構成の変更が必要となり、利便性および安全性向上を目的とした床版拡幅工事が実施された。

工事の内容は、床版拡幅および拡幅に伴う増加荷重に対しての主桁・床版・支承補強工事である。本稿は、それらの工事内容について報告するものである。

2. 工事概要

総幅員に対する拡幅量は1.700mであり、両側0.750mずつの歩道を片側2.500mに集約し、車道幅は6.000mから6.500mに変更した。図-1に橋梁概要図を、図-2に拡幅要領図を示す。

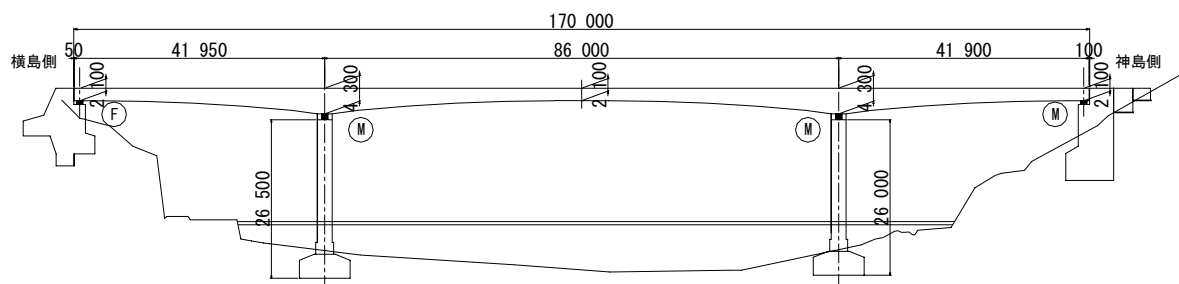


図-1 橋梁概要図



崎山義之



若山悟史



古賀隆明



藤岡 靖

工事は二期に分けて行われ、一期工事では主桁および支承の補強工事を、二期工事では床版拡幅および床版補強工事を実施した。工事概要を以下に示す。

- 橋長 : 170.000m
- 構造形式 : PC3 径間連続箱桁橋
(プレキャストセグメント張出し架設工法)
- 支間長 : 41.000m + 86.000m + 41.000m
- 完成年度 : 昭和 45 年
- 総幅員 : 既設 8.300m
: 拡幅後 10.000m
- 活荷重 : TL-20, 群集荷重
- 工期 : 一期工事
平成 15 年 9 月 ~ 平成 16 年 5 月
二期工事
平成 16 年 8 月 ~ 平成 18 年 3 月

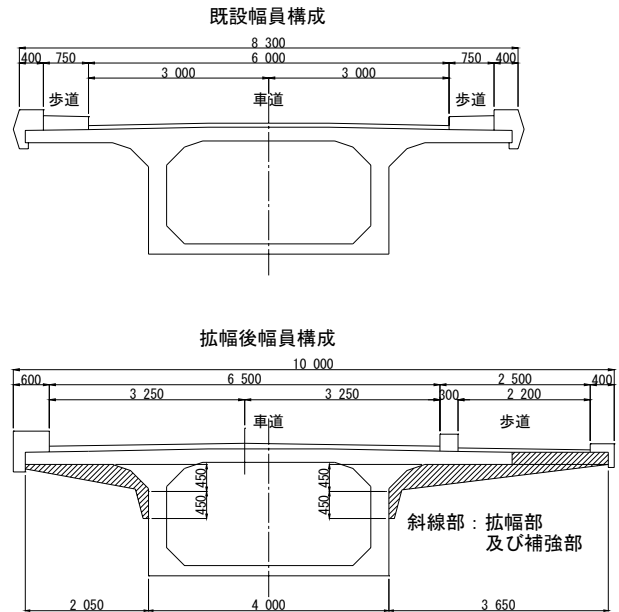


図-2 拡幅要領図

3. 補強概要

3.1 補強概要

拡幅補強設計に先立ち、当時の図面を参考に復元設計を実施した。復元設計後、拡幅した幅員構成での検討を行い、許容値を満足しない部位については補強を実施した。補強概要を表-1に示す。

表-1 補強概要

補強部位		補強方法	備考
主桁		曲げ補強 : 外ケーブル補強 (F310TS : 8本)	
		せん断補強 : 炭素繊維シート補強 (高強度タイプ : 2層)	せん断・ねじり補強・横方向曲げ
床版	張出し床版	補強リブ設置	
	中間支点部	炭素繊維シート補強 (高強度タイプ : 1層)	
支承	A1橋台	既設支承塗装	
	P1、P2橋脚	補強支承追加, 既設支承塗装	耐力不足
	A2橋台	支承取替え (ゴム支承)	既設支承損傷

補強は、主桁、床版、支承部に対して行った。以下に補強内容について記述する。

3.2 主桁曲げ補強

拡幅した幅員構成では、中央径間部において曲げ応力度が許容値を超過するため、外ケーブルによる曲げ補強を実施した。外ケーブルは、SEEE 工法 F310TS を 8 本配置した。外ケーブルの定着位置は中間支点横桁部 (橋脚上) に設け、横桁を増厚し定着具および補強鉄筋を配置した。外ケーブル緊張状況を写真-1に示す。



写真-1 外ケーブル緊張状況

3.3 主桁せん断補強

本橋は直線橋であるが、図-2に示すように拡幅量が左右で異なることから、偏載荷によるねじりモーメントが発生する。また、箱桁橋であることから、床版の増加曲げモーメントがウェブにも伝達される。したがっ

て、「せん断力+ねじりモーメント+横方向曲げモーメント」を考慮すると、既設のウェブ鉄筋のみでは鉄筋量が不足することから、ウェブ内面に炭素繊維補強を実施した。炭素繊維シート貼付状況を写真-2に、主桁補強状況を写真-3に示す。



写真-2 炭素繊維シート貼付状況



写真-3 主桁補強状況

3.4 張出し床版補強

3.4.1 構造

幅員構成の変更により、張出し床版の曲げ応力度が許容値を超過する。これに対応するために既設張出し床版下面に補強リブを配置することとした。また、床版補強リブとウェブとの接合部の応力集中を低減するためにウェブ部に縦リブを設けた。補強リブ形状を写真-4に示す。

補強リブは幅 300~600mm の台形断面で 2000mm 間隔で配置した。既設張出し床版と補強リブとの一体化を図るために、既設打継面にはブラスト処理を施し、更に樹脂アンカー定着によるずれ止め鉄筋を配置した。ずれ止め鉄筋量は、既設張出し床版と補強リブとを重ね梁構造と考え、界面に作用するせん断力以上とした。1 リブ当たりの配置鉄筋量は、歩道側は D16@250 (12 本/0.71m²) で、車道側は D16@125 (18 本/0.63m²) である。配筋概要図を図-3に示す。

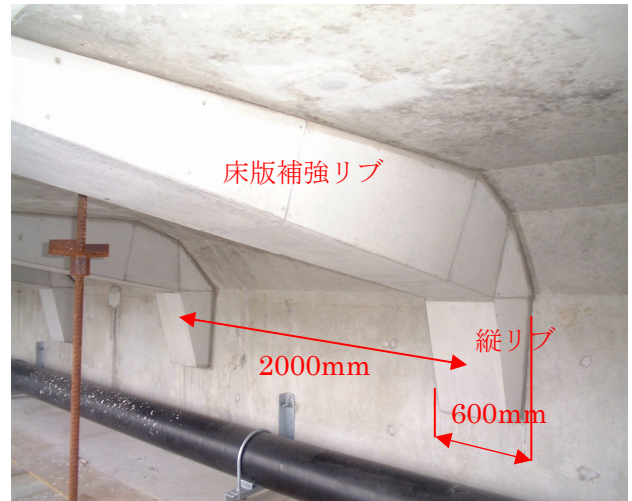


写真-4 補強リブ形状

また、縦リブの効果を確認するために、床版補強部の FEM 解析を実施した。FEM 解析結果を図-4に示す。縦リブが無い場合は、ウェブ内面に 2.64N/mm²の引張応力度が発生するが、縦リブを設置した場合は 1.77N/mm²に低減され、縦リブの効果が確認できた。

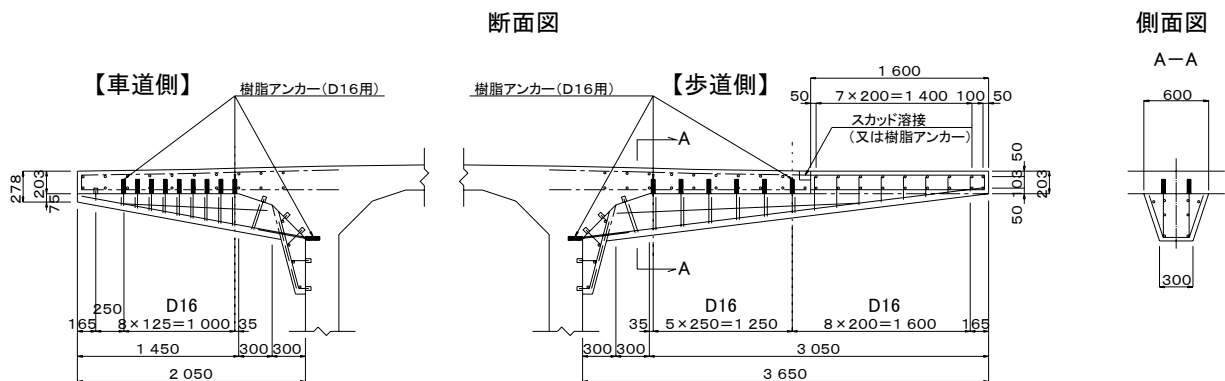


図-3 配筋概要図

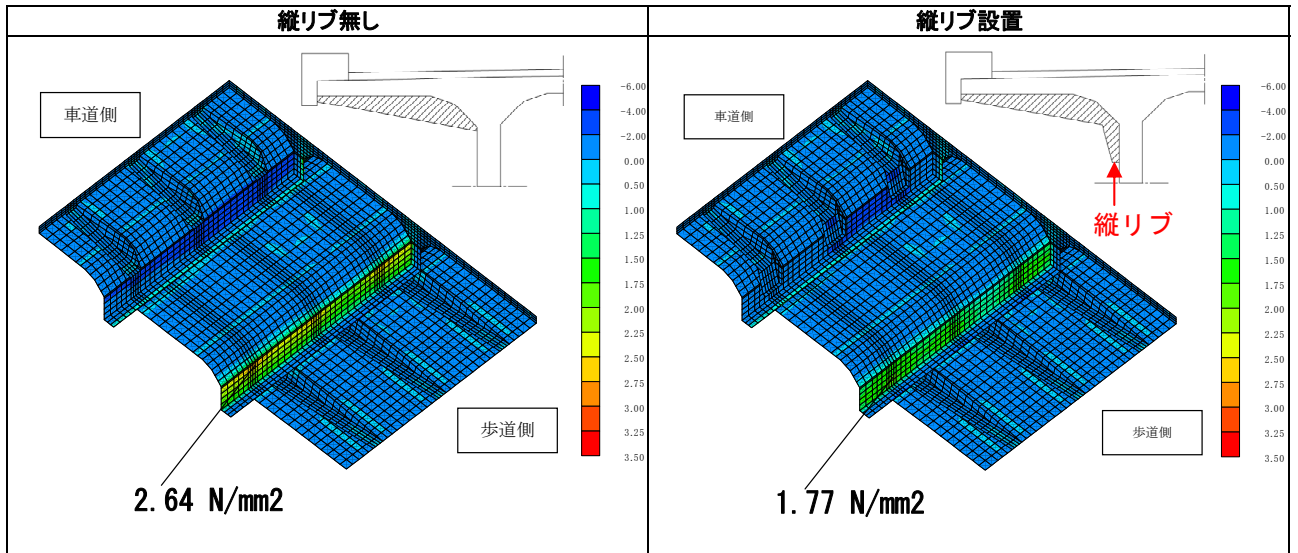


図-4 FEM解析結果

3.4.2 施工方法

床版補強工事は、最低1車線(3.0m)は交通解放した状況で行う必要があったことから、特殊門型移動足場を使用し、張出し床版下に全面吊り足場を設置した。作業状況を写真-5、6に示す。全面吊り足場設置後、車道側から片車線ずつ、既設高欄・地覆の撤去および床版補強工事を行った。施工工程を図-5に示す。

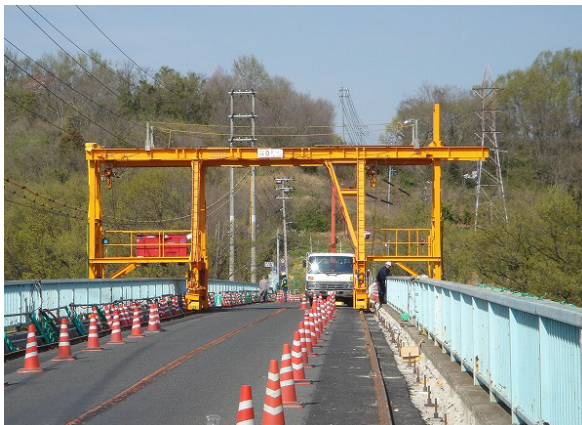


写真-5 作業状況 (その1:正面)



写真-6 作業状況 (その2:側面)

工種	1ヶ月					2ヶ月					3ヶ月					4ヶ月					5ヶ月					6ヶ月					7ヶ月					8ヶ月											
	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25
撤去工																																															
歩道・舗装																																															
地覆・高欄・照明																																															
削孔工																																															
足場工																																															
移動足場(特殊門型)																																															
張出足場工																																															
拡幅工																																															
補強リブ(車道側)																																															
補強リブ・拡幅床板(歩道側)																																															
橋面工																																															
地覆・高欄																																															
炭素繊維工																																															
境界ブロック																																															
舗装工																																															
伸縮継手工																																															

図-5 施工工程 (床版補強工)



写真-7 試験体状況



写真-8 試験体状況 (試験終了後)

施工に先立ち、実物大の試験体により、コンクリートの施工性試験を実施し、打設方法、空気抜き間隔またバイブレーターの必要性等について検討した。試験体長は7mとし、車道側、歩道側の各々4リブ分を製作した。試験体状況を写真-7, 8に示す。

補強リブのコンクリート打設は、既設張出し床版に $\phi 100\text{mm}$ の打設孔および $\phi 50\text{mm}$ の空気抜き孔(2カ所/1リブ)を設け、橋面上から行った。また、型枠の転用、打設時間等を勘案し、片側を3回に分けて施工した。

コンクリートには充填性の向上およびブリーディングの低減を図るため、高流動コンクリートを使用し、更に、収縮ひび割れを防止するために膨張材を添加した。コンクリートの打設要領を図-6に、打設状況を写真-9に示す。

以上の結果、前述した様な施工方法により、無事に施工することができた。

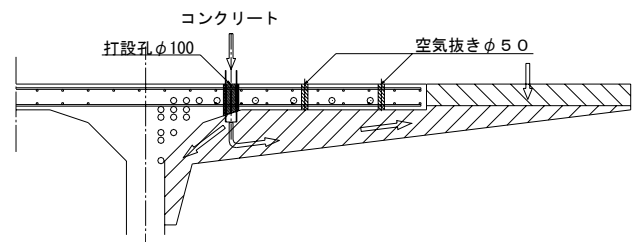


図-6 コンクリート打設要領



写真-9 コンクリート打設状況

3.5 支承補強

3.5.1 概要

本橋の支承条件は、鋼製支承を用いた固定可動構造であった(A1橋台:固定)。現場調査および拡幅に伴う増加荷重に対する照査を行った結果、「A2橋台支承の損傷」と「P1,P2橋脚支承の耐力不足」が確認され、対策が必要となった。検討の結果、A2橋台支承については「支承取替え」を、P1,P2橋脚支承については「補強支承の設置」を行うこととなった。次項に工事内容について記述する。

3.5.2 A2橋台支承取替え

A2橋台支承の損傷状況を写真-10に、支承取替え状況を写真-11に示す。橋台上にセットした200tジャッキ4台で主桁の仮受けを行い、支承取替え工事を行った。既設支承の上沓および下部工側アンカーボルトは、撤去が困難であると考えられたので、既設支承の上沓は新設ソールプレートとボルトで固定できる構造とし、下部工側アンカーボルトは、新設ベースプレートに溶接することで再使用した。図-7に支承取替え要領を、写真-12に取替え完了後の支承を示す。



写真-10 A2橋台支承 損傷状況



写真-11 支承取替え状況

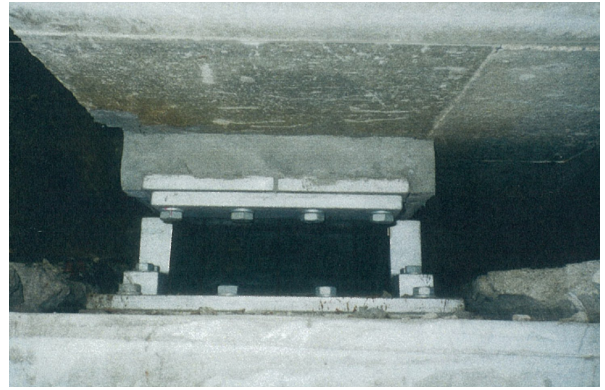


写真-12 支承取替え完了

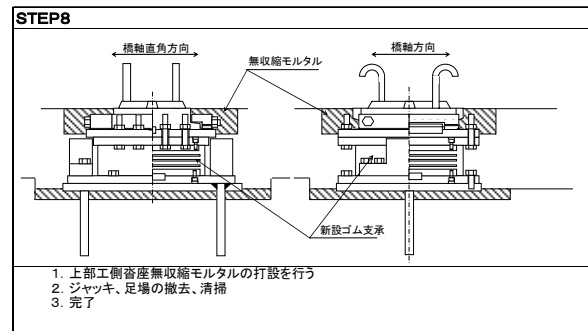
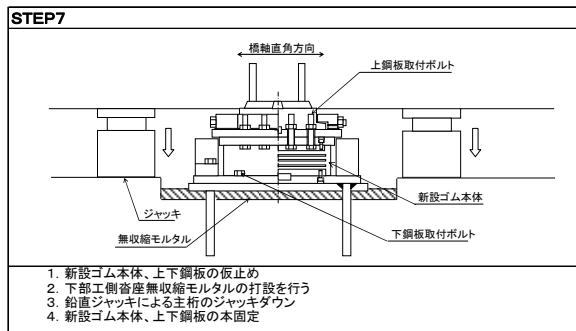
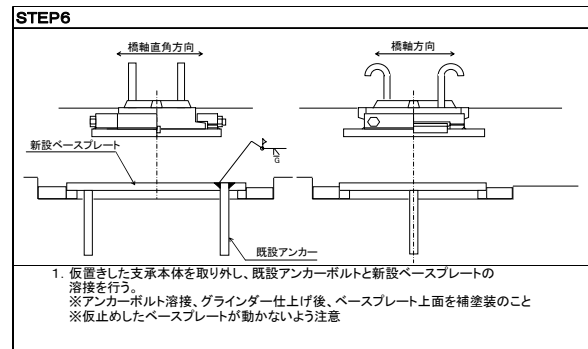
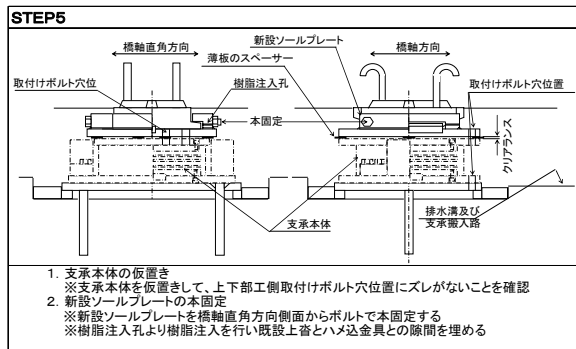
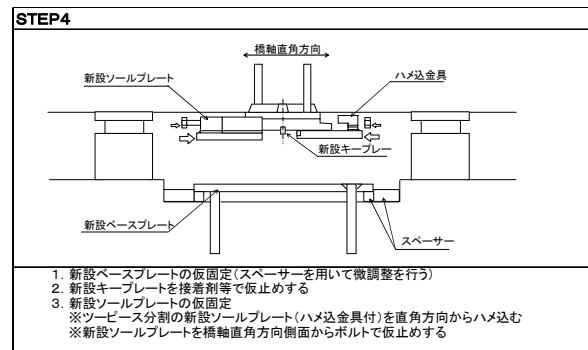
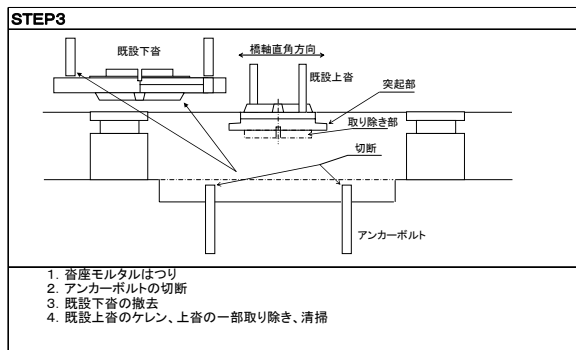
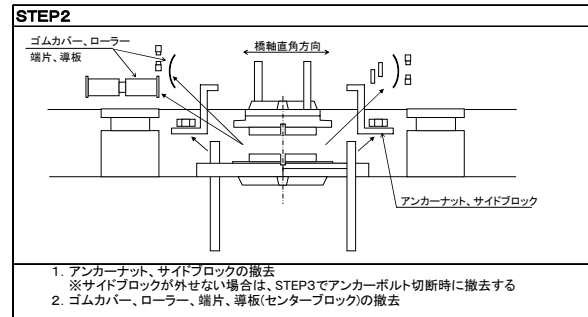
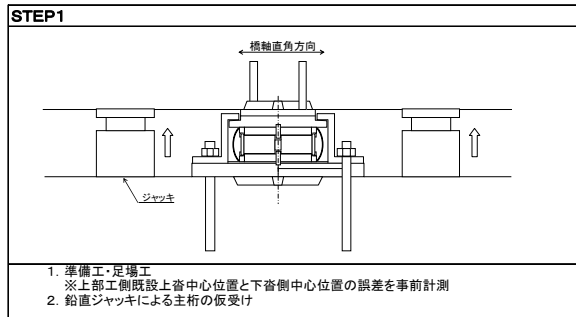


図-7 支承取替え要領

3.5.3 P1, P2 橋脚補強支承配置

P1, P2 橋脚支承は、鉛直耐力が不足することから、すべり構造の補強支承を追加することとした。既設張出し床版下には橋軸直角方向変位制限壁が設置されていたので、その上部に補強支承を設置し、張出し床版下に横桁コンクリートを打設した。また、横桁コンクリート打設後、補強支承下に埋設したフラットジャッキにより、初期圧縮力（設計反力の 10%程度）を導入し、主桁と一体化させた。写真-13に支承配置状況を示す。

さらに、既設の支承に対しては、全て防錆塗装を行い、耐久性に配慮した。



写真-13 P2 橋脚支承配置状況

4. おわりに

本橋は、高橋脚の海上橋で橋梁下を船舶が往来する。また、橋面上は交通解放した状況で施工する必要があったことから、安全対策には特に配慮し施工を行い、無事に工事を終了できた。

今後、大量の土木・建築構造物が老朽化や機能の陳腐化により、更新や補修・補強の対応が必要になってくると思われる。本報告が、橋梁の補修・補強、特に道路拡幅に際して、役に立てば幸いである。



写真-14 工事完了

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説（I～V），2002.3
- 2) 日本道路協会：コンクリート道路橋設計便覧，1994.2