

# R Cスラブ桁の地覆・壁高欄の応力挙動に関する一考察

全日本コンサルタント(株) 技術部 吉見 隆  
岩永 勉  
木村 泰三  
松下 逸雄

## 論文要旨

鉄道高架橋に用いる単純RCスラブ桁の両側には、従来から現場打ちRCの地覆・壁高欄が設置されている。このスラブ桁の設計は、従来から地覆・壁高欄の部材剛性を無視して、橋軸方向に一樣な荷重を受ける一方向スラブとして計算を行うのが一般的<sup>1)2)</sup>である。

そこで、地覆・壁高欄の部材剛性がスラブ桁に与える影響を検証するために、FEM解析により変位・変形挙動および応力挙動を明らかにした。また、FEM解析の結果と従来設計による結果を比較・検討し、地覆・壁高欄が設置されるスラブ桁の設計上の留意点について考察した。

キーワード：RCスラブ桁、地覆・壁高欄、剛性影響、FEM解析

## まえがき

鉄道構造物における単純RCスラブ桁は、国鉄建造物設計標準解説（鉄筋コンクリート構造物および無筋コンクリート構造物、プレストレストコンクリート鉄道橋）<sup>1)</sup>（以下、昭和58年標準という）あるいは鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物）<sup>2)</sup>（以下、平成4年標準という）に準拠して設計を行っている。

標準的な単純RCスラブ桁の構造は図-1に示すように、主版、その主版の両側に張出しスラブ、さらに張出しスラブの先端に地覆・壁高欄の設置で構成される現場打ちのコンクリート構造物である。

設計においては、張出しスラブおよび地覆・壁高欄は主版

に作用する線荷重として取り扱っているが、地覆・壁高欄の持つ部材剛性は無視している。これは、昭和58年標準および平成4年標準ともに「一樣な荷重を受ける一方向スラブとして計算を行う」と記載されており、この仕様が一般的に用いられている。しかし、両標準とも地覆・壁高欄の部材剛性の取り扱いについてはとくに記載されていない。

そこで、地覆・壁高欄の持つ部材剛性が主版あるいは張出しスラブの設計に及ぼす影響を検証するため、FEM解析を用いてスラブ桁全体の変位・変形挙動および各部材の応力挙動を明らかにした。また、昭和58年標準で設計された結果と比較・検討を行い、スラブ桁の設計上の留意点について考察した。

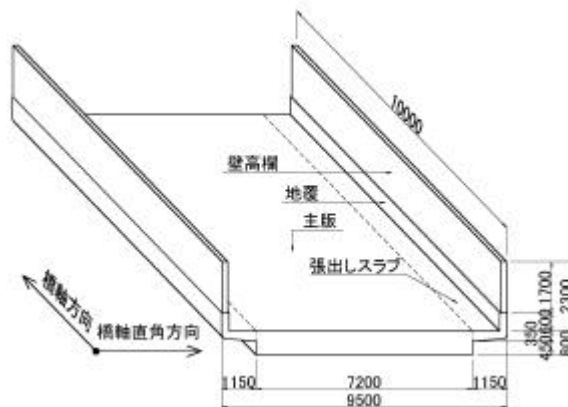


図-1 単純RCスラブ桁

## 1. 従来設計の計算手法および問題点

従来設計の計算手法およびその問題点について、図 - 1 に示す単純RCスラブ桁を例として述べる。

### (1) 従来設計の計算手法

従来設計である昭和 58 年標準の計算手法は次の通りである。なお、昭和 58 年標準は許容応力度設計法である。

#### 主版の設計

(a)計算モデルは図 - 2 (a)に示すように、橋軸方向に一樣な荷重を受ける一方方向スラブとする。

(b)荷重は主版、張出しスラブ、地覆・壁高欄、軌きょう等の死荷重と活荷重（列車荷重、衝撃荷重）を作用させる。

(c)部材剛性は主版全幅のみを考慮し、張出しスラブ、地覆・壁高欄は無視している。

#### 張出しスラブの設計

(a)計算モデルは図 - 2 (b)に示すように、橋軸直角方向に一樣な荷重を受け、一方が主版に固定された片持ちスラブとする。

(b)荷重は張出しスラブ、地覆・壁高欄等の死荷重と群集（点検係員用）荷重あるいは風荷重を作用させる。

(c)部材剛性は張出しスラブのみを考慮し、地覆・壁高欄は無視している。

### (2) 従来設計の問題点

従来設計である昭和 58 年標準の計算手法における問題点は次の通りである。

主版の設計において、張出しスラブ、地覆・壁高欄の荷重は考慮しているが、これらの剛性は無視している。

主版のスパン方向（橋軸方向）に配置されている地覆・壁高欄の断面性能を無視しているが、これら部材が仮想的な縦梁として機能し、一方方向スラブとして設計している主版の変位・変形および応力の挙動に影響を及ぼす可能性が考えられる。

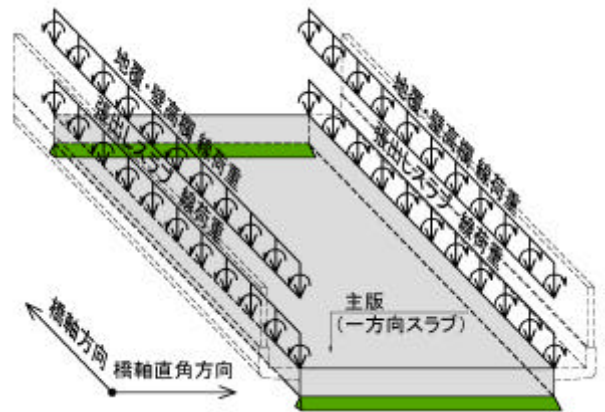
張出しスラブの設計において、地覆・壁高欄の荷重は考慮しているが、その剛性は無視している。

張出しスラブの設計スパンは橋軸直角方向であり、橋軸方向に配置されている地覆・壁高欄の断面性能を無視しているが、これら部材が仮想的な横梁として機能し、一方方向片持ち梁として設計している張出しスラブの変位・変形および応力の挙動に影響を及ぼす可能性が考えられる。

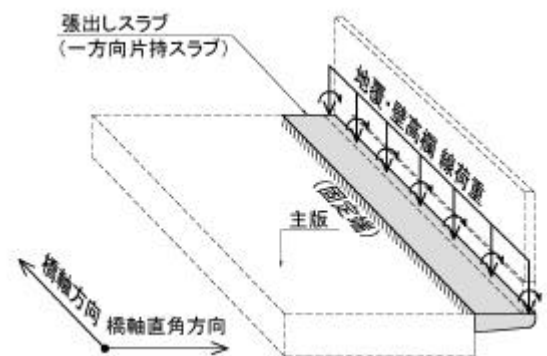
## 2. FEM解析および従来設計結果との比較

### (1) FEM解析とその結果

図 - 1 に示す単純RCスラブ桁を解析対象とし、FEM解



(a)主版



(b)張出しスラブ

図 - 2 計算モデル

析におけるモデル図およびその主な条件を図 - 3 に示す。なお、荷重に関しては列車および衝撃による影響は考慮しないものとする。

検討は次の3ケースとする（図 - 3 参照）

ケース1：地覆・壁高欄の剛性を無視した場合

ケース2：地覆の剛性を考慮、壁高欄の剛性を無視した場合

ケース3：地覆・壁高欄の剛性を考慮した場合

FEM解析の結果、変位分布図（合成変位図）を図 - 4、応力分布図を図 - 5 に示す。

解析の結果により、

地覆・壁高欄の部材剛性が主版のそれより大きいことにより、仮想的な梁挙動を示すことが判明する。

上記により、地覆・壁高欄が主版および張出しスラブの変位・変形挙動を拘束する。

上記により、張出しスラブ支承部付近固定端上面および地覆・壁高欄自身に局部的な応力集中を発生させる。等が明らかになる。

### (2) 従来設計の結果との比較

FEM解析ケース3の結果と従来(昭和58年標準)設計の結果との比較・検討を行う。

比較・検討の結果およびその考察は、次の通りである。なお、部材剛性の比較表を表 - 1、FEM解析の結果および設計値との比較表を表 - 2 に示す。

径間中央部の主版の最大変位量は、解析値(1.48mm)が設計値(1.83mm)に比べて小さい。

径間中央部の張出しスラブ先端の最大変位量も、解析値(1.23mm)が設計値(1.94mm)に比べて小さい。

径間中央部の壁高欄鉛直方向変位量の解析値(1.14mm)は、主版先端の変位量の解析値(1.35mm)に比べて小さい。

これらは、地覆・壁高欄が仮想的な梁効果を示し、変位・変形を拘束していることが原因と考えられる(図 - 4 参照)。

支承部付近における張出しスラブ先端の変位量は、解析値(0.99mm)が設計値(0.11mm)に比べて極端に大きい値を示す。

支承部付近の壁高欄先端が局部的に大きく外側へ変位(1.20mm)する。

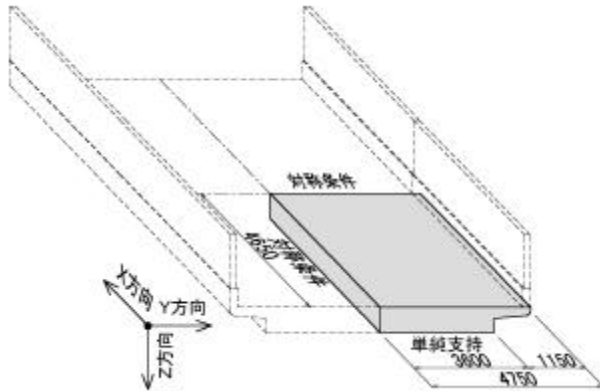
これらの影響により、支承部付近の張出しスラブ固定端上面に引張応力を発生させる(図 - 5 参照)。

### (3) 桁全体挙動の考察

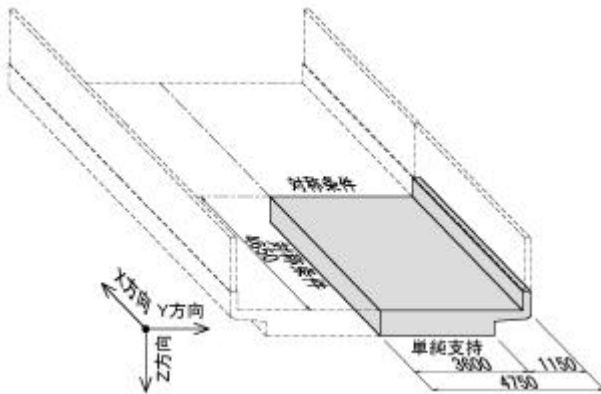
上記の結果からFEM解析による単純RCスラブ桁全体の挙動は次の通りと考えられる。

地覆・壁高欄が張出しスラブに比べて部材剛性が大きいことから仮想的な梁効果を有し、張出しスラブを含めた全幅が主版と同様な単純梁の挙動を示す。これより、径間中央部の張出しスラブは設計の前提条件である「主版に固定された片持ち梁」の挙動を示さない。

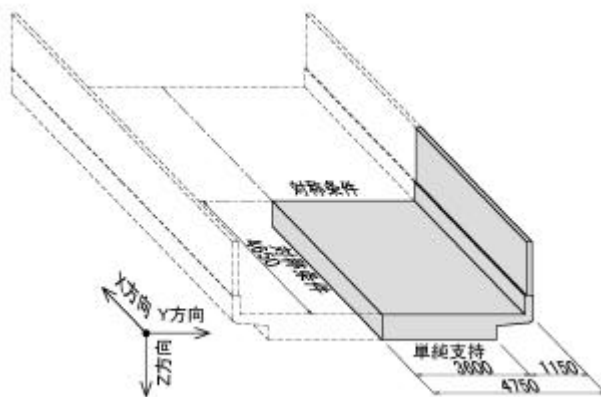
径間中央部の地覆・壁高欄の仮想的な梁効果による張出しスラブへの変位拘束(荷重負担)が、支承部付近の張出しスラブ固定端に反力を付加する。これより、張出しスラブ固定端付近上面に引張応力を発生させる。



(a) ケース1



(b) ケース2



(c) ケース3

図 - 3 解析モデル

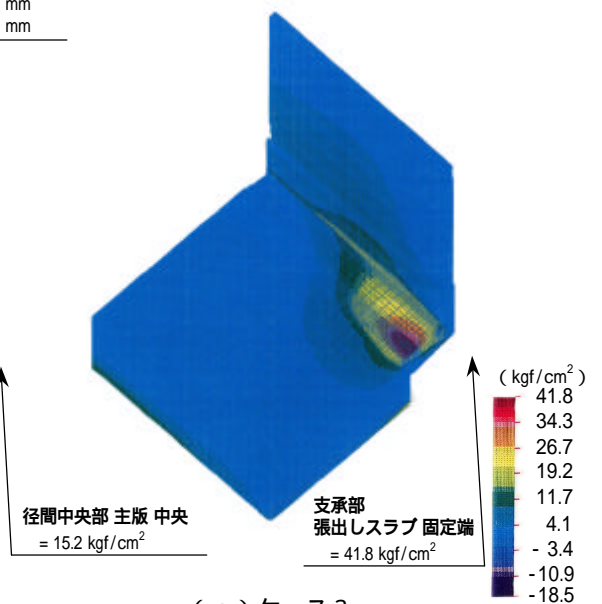
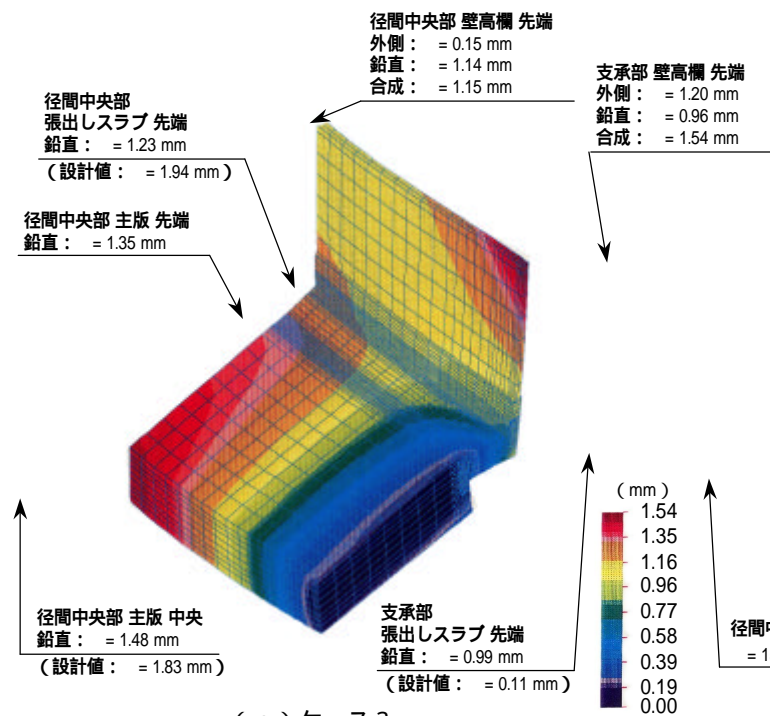
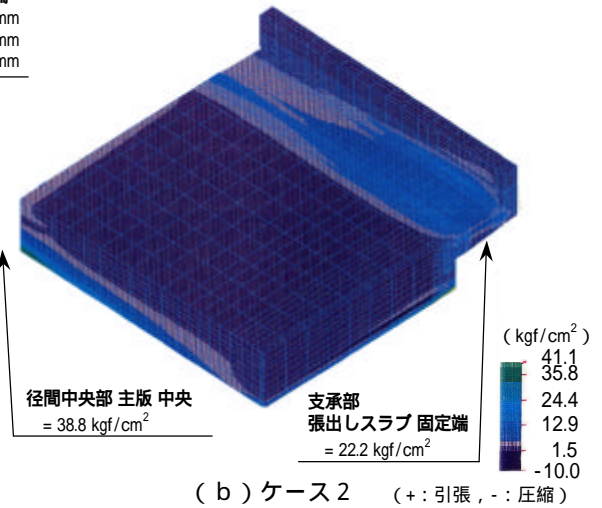
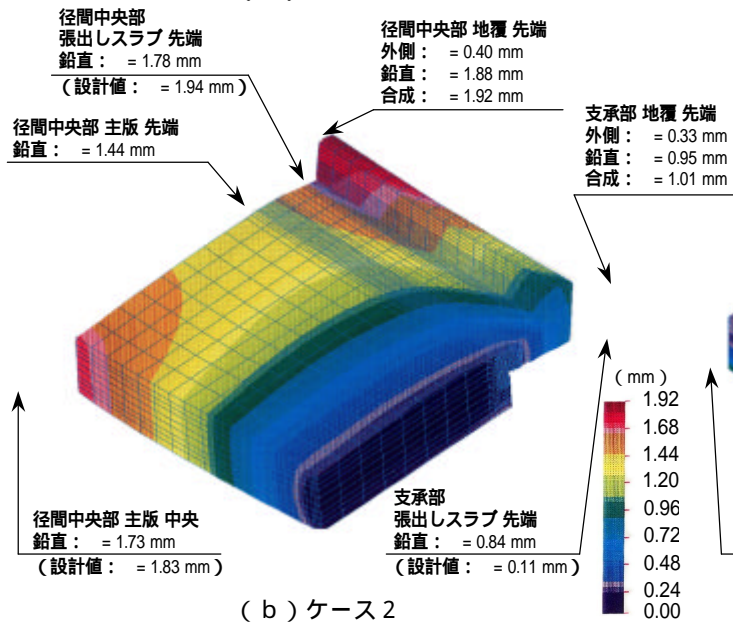
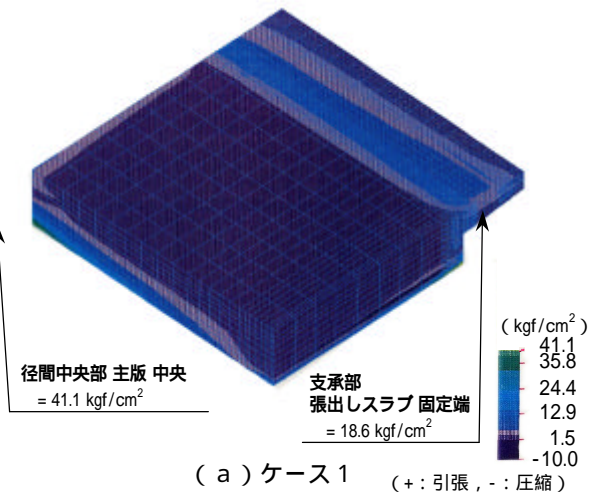
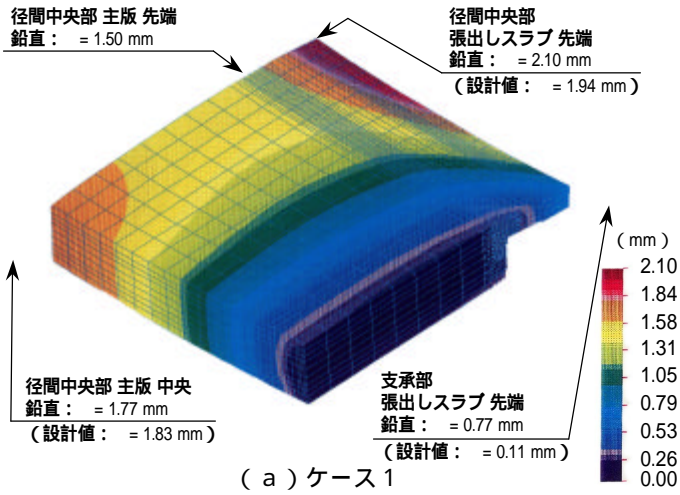


図 - 4 変位分布図 (合成変位)

図 - 5 応力分布図

表 - 1 部材剛性の比較

部 材	剛性：I (m <sup>4</sup> )			
	設計	FEM解析		
		ケース1	ケース2	ケース3
主 版	0.15360	0.15564 ( 1 )	0.16279 ( 1 )	0.27534 ( 1 )
張出しスラブ	-	0.01973 (0.127)	0.01546 (0.095)	0.00337 (0.012)
地 覆	-	- ( - )	0.06661 (0.409)	0.04117 (0.150)
壁高欄	-	- ( - )	- ( - )	0.90114 (3.273)
全 体 系	0.15360 [ 1 ]	0.17537 [1.142]	0.24487 [1.594]	1.22101 [7.949]

注) ( ) 内数値は、各ケースの主版剛性を1とした比率で示す。  
[ ] 内数値は、設計の主版剛性を1とした比率で示す。

表 - 2 FEM解析値と設計値との比較

変位量 (mm)	比較箇所			設計値	FEM解析値		
					ケース1	ケース2	ケース3
	径間中央部	主版	中央	1.83	1.77	1.73	1.48
先端			1.83	1.50	1.44	1.35	
張出しスラブ		先端	1.94	2.10	1.78	1.23	
支承部		張出しスラブ	先端	0.11	0.77	0.84	0.99

### 3. 設計上の留意点

FEM解析の結果および従来設計(昭和58年標準)の計算結果との比較・検討により、地覆・壁高欄の部材剛性効果に対する設計上の留意点は、次の通りである。

従来通りの一方向スラブを設計前提とし、地覆・壁高欄の仮想的な梁効果を発揮させないために、

- (a)現場打ちRC部材を使用する場合は、適切な間隔で目地(例えば、スパン当り均等に数箇所)を設ける。
- (b)地覆・壁高欄にプレキャスト部材を採用し、同部材の剛性を主版に寄与させないことは有効である。

地覆・壁高欄の仮想的な梁効果が発揮されなくなった場合は、張出しスラブ支承部付近固定端上面に応力集中が発生する可能性が考えられるため、これに対しては、

- (a)部材断面を拡幅し、急激な断面変化は避ける。
- (b)補強鉄筋を配置する。

等の対策を施すことが望ましい。

### あとがき

地覆・壁高欄の部材剛性が単純RCスラブ桁の主版や張出しスラブに及ぼす影響をFEM解析により検証し、桁の変位・変形挙動および応力挙動を明らかにした。また、従来設計との比較により設計上の留意点について考察を行った。

現在、鉄道におけるコンクリート構造物の設計は、昭和58年の許容応力度設計法から平成4年の限界状態設計法、さらに平成16年3月に性能照査型設計法に移行する。設計法が移行しても、地覆・壁高欄の部材剛性が単純RCスラブ桁に与える影響およびその挙動については本報告が参考になると考える。

### 参考文献

- 1) (社)土木学会：国鉄建造物設計標準解説(鉄筋コンクリート構造物および無筋コンクリート構造物、プレストレストコンクリート鉄道橋) 昭和58年5月。
- 2) (財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物) 平成4年10月。