

## エヌビック社の橋梁建設政策について\*

A Study on the Policy of Bridge Construction of the Hennebique Company

本田泰寛\*\*、小林一郎\*\*\*、ミシェル・コット\*\*\*\*

By Yasuhiro HONDA, Ichiro KOBAYASHI and Michel COTTE

### abstract

The Hennebique Company constructed more than 1800 reinforced concrete bridges almost all over the world during approximately ten years. It seems that the reason why the company could achieve such success seems to be considered as the simplicity of the 'Système Hennebique' or the well-controlled management of François Hennebique, the president of the company. Firstly, this paper overviews a series of bridges constructed by the company between 1894 and 1913. Secondly, the company's policy and strategy will be described from the analysis of some characters of the bridges. Finally, the influence of the company's bridge construction to the development of the reinforced concrete bridge will be discussed.

### 1. はじめに

#### (1) 研究の背景と目的

19世紀後半のフランスでは、橋梁建設の主流は吊橋から石造アーチ橋、鉄橋へと移行していた時期で、鉄筋コンクリート橋の建設例はほとんど無かった。エヌビック社（本社：パリ）はこのような状況の中、1894年から10年足らずの間に1800橋以上を建設している(表-1)。

エヌビック社に対する評価は、「エヌビックシステム (Système Hennebique)」と呼ばれる特許技術の開発に関するものや、フランスのシャテルロー橋(1900年、シャテルロー)、イタリアのリソルジメント橋(1911年、ローマ)に見られる、長大コンクリート橋におけるスパン伸長という数値的な評価に重点が置かれている。著者らはこの点について、技術移転と組織経営という観点から、文献2)で言及した。

本研究では、一企業であるエヌビック社の最大の目的は、鉄筋コンクリート橋を大量生産することであったという観点から橋梁建設の様子を分析することで、鉄筋コンクリート橋の発生過程を明らかにする。さらに、橋梁史においてエヌビック社が果たした役割とはどのようなものであったのかということについて考察する。

研究の対象とする時期は、エヌビック社が橋梁建設を開始する1894年から1913年までとした。それ以降は、1914年に始まる第一次世界大戦の影響や、社長であるエヌビック (François Hennebique [1842-1921]) の死去によって、社会的な状況並びにエヌビック社の機能が大き

表-1 エヌビック社の橋梁建設数(作成:本田)

	フランス国内	フランス国外	合計
1894	3	2	5
1895	2	1	3
1896	5	5	10
1897	6	7	13
1898	20	9	29
1899	28	14	42
1900	30	28	58
1901	43	26	69
1902	64	49	113
1903	56	49	105
1904	96	66	162
1905	79	77	156
1906	94	72	166
1907	97	71	168
1908	89	108	197
1909	88	88	176
1910	101	83	184
1911	94	82	176
合計	995	837	1832

\*key word エヌビック社、鉄筋コンクリート橋、政策

\*\*学生員 工修 熊本大学大学院 自然科学研究科  
(〒860-8555 熊本市黒髪2丁目39番1号)

\*\*\*正会員 工博 熊本大学工学部環境システム工学科教授

\*\*\*\*非会員 ナント大学 (Université de Nantes)

く変化していると考えたためである。

近年頻発している鉄筋コンクリートに関する問題について考える際に、発生過程や思想といった観点から鉄筋コンクリート橋の由来を再確認しておくことは重要なことであると考えている。

(2) データ収集について

本研究では、エヌビック社によって1898年6月に創刊された機関誌『Le Béton Armé』(以下、ベトン・アルメ)に掲載された橋梁関係の記事より、写真から外観が判別でき、スパンなど基本的なデータの得られた39の

表-2 エヌビック社による主要な鉄筋コンクリートアーチ橋(作成: 本田)

年	橋梁名	架橋地	最大スパン	アーチ形式	装飾	
					アーチ	橋脚・橋台
1897	Pont canal d'Evillard	スイス	12	充側アーチ	なし	石積み風
1898	Pont sur l'Echez	フランス	13	充側アーチ	化粧目地	石積み風
1899	Pont de Pain perdu sur la Lys à Gand	ベルギー	22	充側アーチ	石積み風	石積み風
1900	Pont de Châtellerault	フランス	50	開側アーチ	割り形	石積み風
1900	Passerelle de Lorient	フランス	17	充側アーチ	割り形	—
1902	Passerelle de Rotterdam	オランダ	30	充側アーチ	割り形	—
1902	Passerelle sur le canal du Midi	フランス	42	充側アーチ	割り形	—
1902	Pont sur la Dora	イタリア	25	充側アーチ	割り形	石積み風
1903	Pont de Soisson	フランス	25	充側アーチ	石積み風	石積み風
1903	Pont sur la Bormida	イタリア	51	開側アーチ	割り形	石積み風
1904	Pont de Kazarguène	ロシア	23	充側アーチ	割り形	石積み風
1904	Pont de Jallieu	フランス	25	開側アーチ	割り形	石積み(?)
1904	Pont de Feldkirch	オーストリア・ハンガリー	31	開側アーチ	割り形	石積み風
1905	Pont de la Derivation L'Ourthe	ベルギー	55	箱桁	なし	なし
1905	Pont de Decize	フランス	55	開側アーチ	なし	石積み風
1905	Pont sur la Meuse à Rouillon	ベルギー	42	開側アーチ	なし	化粧目地
1906	Pont à Béja	チュニジア	40	下路アーチ	化粧目地	石積み風
1907	Viaduc à Deurne-Merxem	ベルギー	44	開側アーチ	化粧目地	化粧目地
1907	Pont sur la Loire à Imphy	フランス	31	箱桁	割り形	石積み風
1907	Pont de Pyrimont	フランス	52	開側アーチ	なし	石積み風
1907	Pont de Langaa	デンマーク	13	開側アーチ	なし	打ち放し
1907	Pont sur la Stura à Rossiglione	イタリア	36	開側アーチ	なし	石積み風
1908	Pont de l'Astico	イタリア	35	箱桁	なし	化粧目地
1909	Pont d'Hermalle sur la Meuse	ベルギー	51	開側アーチ	なし	化粧目地
1909	Pont sur le Cher à Vallons-en-Sully	フランス	29	開側アーチ	なし	石積み風
1909	Pont de Saint-Claude	フランス	66	箱桁	なし	なし
1909	Pont sur le Var à la Mescla	フランス	40	中路アーチ	なし	なし
1909	Pont de Gori	コーカサス地方	50	中空アーチ	割り形	化粧目地
1909*	Pont sur la Meuse à Bouvignes	ベルギー	41	開側アーチ	なし	化粧目地
1909	Pont à Saint-Peray sur le Mialan	フランス	21	下路アーチ	なし	石積み風
1909	Pont sur l'arroyo Canelon Chico	ウルグアイ	35	開側アーチ	なし	化粧目地
1909	Viaduc de Scenery Hill	アメリカ	33	開側アーチ	なし	—
1909	Pont sur la Besbre	フランス	14	充側アーチ	化粧目地	化粧目地
1909	Pont de Lavault-Sainte-Anne	フランス	30	開側アーチ	なし	化粧目地
1910	Pont de Turin sur la Dora	イタリア	21	充側アーチ	化粧目地	化粧目地
1910	Le nouveau pont d'Ironbridge	イギリス	24	開側アーチ	なし	なし
1911	Pont Risorgimento	イタリア	100	箱桁	化粧目地	石積み風
1911	Pont de Berw	イギリス	35	開側アーチ	化粧目地	化粧目地
1913	Pont de Chalon-sur-Saône	フランス	36	下路+充側	なし	なし

アーチ橋について整理した(表-2)。これは先に表-1であげた建設数である1832橋と比べると十分なものではないが、機関誌に掲載されたという性格上、これらの橋梁からエヌビック社の橋梁建設に対する考え方をある程度把握することは可能であると考えている。今回アーチ橋に着目した理由は、桁橋がスパン15m程度までの適用にとどまっているのに対し、アーチ橋ではスパンの大幅な伸長が見られることから、適用範囲が広く、橋梁建設の特徴を捉えやすいと考えたためである。

## 2. エヌビック社の橋梁の特徴

### (1) 経済性

材料、施工、維持管理に大きな手間のかからないエヌビック社の鉄筋コンクリート橋は非常に安価であった。『ベトン・アルメ』では度々他の形式の橋梁とのコスト比較が見られる。

1906年には『20世紀の橋梁建設 エヌビック社の橋梁(La construction des ponts au XXe siècle - Les Ponts Hennebique)<sup>3)</sup>』と題した冊子を発行しているが、この中では、16世紀以降パリのセーヌ川に建設された橋梁と、自社の橋梁のコストを詳細に比較し、自社の橋梁の方がより経済的であるとしている。

### (2) 安全性

エヌビック社によって建設されたアーチ橋には、一貫して全固定構造が採用されている。例えば、図-1は1903年に建設されたソワソン橋の構造を示したものであるが、橋脚・橋台とアーチ、床版の全てが完全に結合された一体的な構造になっていることがわかる。

エヌビック社は、地盤と橋梁本体が完全に一体化していることこそが、橋梁が最も安定な状態であると考えていた。このため、多くの部材からなる旧来の橋梁形式や、ヒンジを用いた鉄筋コンクリート橋の事故などを頻繁に取り上げることで<sup>4)</sup>、鉄筋コンクリートによって可能となった全固定構造の安全性を主張している。

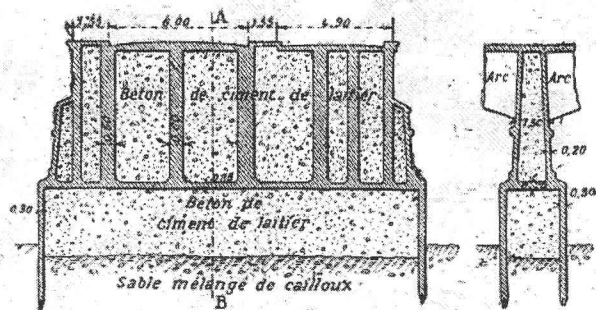


Fig. 2. — Coupe longitudinale d'une pile projetée sur un plan normal à l'axe du pont.

Fig. 3. — Coupe transversale suivant AB.

図-1 橋脚・橋台の断面図<sup>5)</sup>  
(Pont de Soisson, 1903年建設)

### (3) 床版構造

充側アーチ橋や開側アーチ橋の床版は、1897年にエヌビックが特許を取得した連続桁による床版構造が、ほとんど形を変えることなく導入されている。

既に家屋建築の分野で多くの実績があったこの構造は、エヌビック社の鉄筋コンクリート橋に対しても大きな安心感を与えた。

### (4) 装飾

表-2より、エヌビック社の橋梁の多くには装飾が施されていることがわかる。例えば充側アーチ橋や箱桁橋のように、スパンドレル部にコンクリートの表面が大きく露出する形式の橋梁に対しては、写真-1、2に示すような石積み風の化粧目地などを用いている。また、開側リブアーチではアーチリブの側面に、割り形によるラインを入れたもの(写真-3)も見られる。

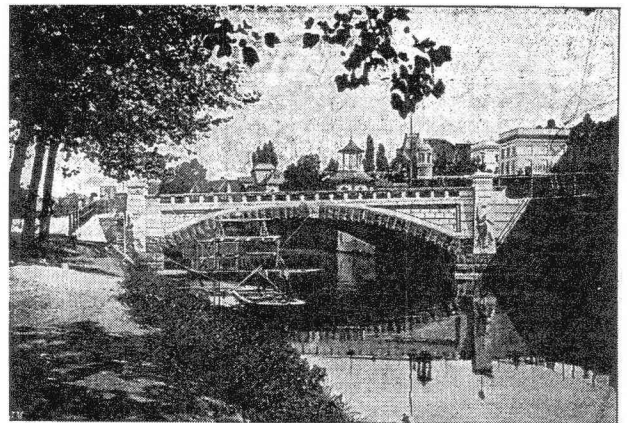


写真-1 石積み風の装飾<sup>6)</sup>  
(Pont de Pain perdu sur la Lys à Gand, 1899年建設)

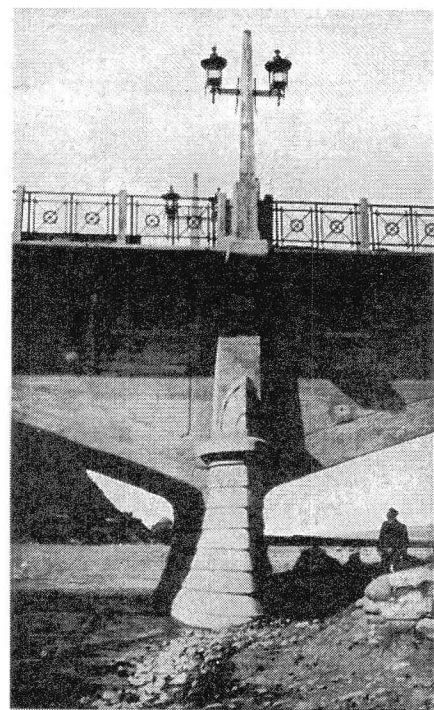


写真-2 橋脚とスパンドレルの化粧目地<sup>7)</sup>  
(Pont de Gori, 1909年建設)

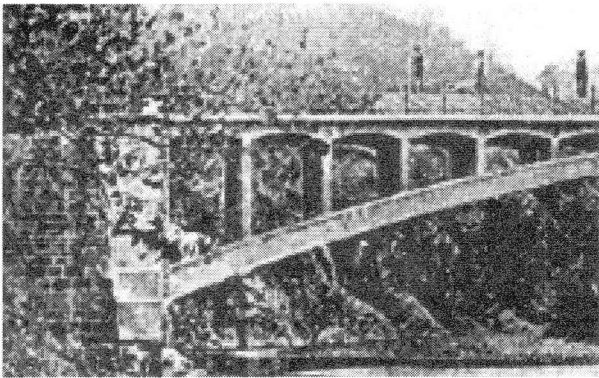


写真-3 アーチ側面の化粧目地<sup>8)</sup>  
(Pont sur la Bormida、1903年建設)

当時、鉄筋コンクリート橋は美観的に受け入れられにくかったようで、土木局の技術者であったシャルル・ラビュ (Charles Rabut [1852-1925]) は、鉄筋コンクリートの有用性を列挙すると同時に、個人的な見解と断りながらも次のように述べている。

「最も長期に渡って鉄筋コンクリートの発展を妨げるであろうと思われる本質的な欠点は、少なくともヨーロッパにおいては、美観が劣る (infériorité esthétique) という点である<sup>9)</sup>。」

エヌビック社の橋梁に見られる装飾は、外観を既存橋梁に近づけ、周辺景観との調和を図ることで、視覚的な安定感をもたらそうとしたものであったと言える<sup>10)</sup>。

### 3. 鉄筋コンクリート橋の普及とエヌビックシステム

#### (1) 橋梁建設の規格化

エヌビック社の橋梁建設政策は、次のようにまとめることができる。

- ① 自社の鉄筋コンクリート橋と旧来の橋梁形式とを比較する (差別化)。
- ② 全固定構造、床版構造、装飾をひと揃いのセットとする (規格化)。

利益を追求する一企業としてエヌビック社を捉えた場合、その最大の目的は自社製品である鉄筋コンクリート橋を安く、早く、大量に建設することであった。上記①②は、そのために鉄筋コンクリート橋そのものがクリアしなければならない問題に対して、エヌビック社が見いだした解答であった。

さらにこの2点は、組織的な経営戦略 (文献2) を参照) と組み合わせられ、橋梁建設システムが形成されていった。エヌビック社を通して見ると、鉄筋コンクリート橋は工業製品として誕生し、普及していったと言える。

#### (2) 橋梁建設と「エヌビックシステム」

上記のような観点で見た場合、組織内での契約という意味を除けば、一般に言われる配筋方法としての「エヌビックシステム」の持つ意味は非常に小さかったのでは

ないかと考えることができる。より重要なことは、土木事業においては当然考慮されるべき場所や人といった制約を極力軽減するために、設計から施工までをひと揃いとした橋梁建設システムの存在であった。これこそが、エヌビックシステムであったと言える。

### 4. おわりに

以上に見たような橋梁建設政策によって、エヌビック社は、短期間に大量の橋梁を建設することに成功した。ここではさらに、そのような橋梁建設が橋梁史において果たした役割について考察し、今後の課題としたい。

#### (1) フランス橋梁史における位置付け

1825年、フランスではマルク・スガン (Marc Seguin) によってケーブル式の軽量吊橋が開発される。以降、スパン長と安さを兼ね備えた吊橋は、それまで主流であった石造アーチ橋に取って代わりつつあったが、1850年にアンジェ (Anger) で起こった大規模な落橋事故を境に、その信用性が薄れ、急速に衰えていった<sup>11)</sup>。以降は再び石造アーチ橋が橋梁建設の主流となり、同時に鉄橋が定着しつつあった。エヌビック社が橋梁建設を始めるのはこの時期に相当する。同社は、これまで見たような政策を展開することで、鉄筋コンクリート橋が実用的なレベルで利用できることを示した。

#### (2) 鉄筋コンクリート橋梁史における位置付け

エヌビック社の橋梁建設は、経済性、安全性、美観を考慮してはいるものの、大量生産を目的としているという点において、本来土木があるべき姿とは本質的に異なるものである。しかしそれは、企業として、かつパイオニアとしてとらざるを得なかった方法であった。こうしてエヌビック社は、鉄筋コンクリート橋の実用性を実証し、新しい橋梁建設の時代を切り開いた。それと同時に、規格化された橋梁建設と、それに付随する構造や装飾は、今日的な形へと改善されるべき項目として提示された。

#### <参考文献・注釈>

- 1) 1894年から1905年の7月までについては、エヌビック社による統計 (‘Le Béton Armé n° 90’, 1905.12) を参照した。それ以降は、建設数をまとめた資料がないため、各年の実績が掲載されている「Travaux exécutés en 1905」以降をもとに集計した。ただし、1912年以降については実績をまとめた文献が見当たらなかった (出版されているが散逸している可能性もある) ので、表中には1911年までの建設数を集計・記載した。
- 2) 小林ほか:「エヌビック社内でおこなわれた技術移転に関するケーススタディー」, 土木史研究講演集 vol.23, pp.153-156.2003.5.
- 3) ‘La construction des ponts au XXe siècle · Les Ponts Hennebique’, 1906.
- 4) « Les ponts au XXe siècle » ‘Le béton armé n°90’, 1905.11.
- 5) « Le pont de Soissons », ‘Le béton armé n°76’, 1904.7.
- 6) « Execution d’un pont biais en béton armé(1) », ‘Le béton armé’, 1900.4.
- 7) « Le Pont de Gori (Caucase) », ‘Le béton armé’, 1909.3.
- 8) « Ponts en Béton armé en Italie, Pont sur la Bormida », ‘Le béton armé’, 1903.1.
- 9) « Le béton armé actuel » ‘Annales des ponts et chaussées’.1908
- 10) « Les Ponts de Lausanne », ‘Le béton armé n°6’, 1899.11.
- 11) 小林ほか:「世界初の本格吊橋トウルノン橋の上部工について」, 土木史研究第16号, p.104, 1996.6.