

# 海外事例調査にみる長大可動橋の選択理由

Research on Movable Bridges Applicable in Port and Harbor Area Oversea

内田賢一\*・白石修章\*\*

UCHIDA Kenichi and SHIRAIISHI Nobuaki

\* (財) 沿岸開発技術研究センター 調査部 研究員

\*\* 国土交通省 関東地方整備局 東京空港整備事務所 所長 (前(財)沿岸開発技術研究センター 企画部 部長)

A long-spanned movable bridge has been often applied to an access road in an overseas port area, considering coexistence with a marine traffic. I herein would like to identify the surrounding conditions of the construction of the large scaled movable bridges based upon the site investigation of four (4) bridges in Europe and the Middle East, and make a further consideration to develop a potential application of the bridge in Japan.

Key Words : movable bridge, el-ferdan bridge, new galata bridge, new balcerona port bridge, myton bridge

## 1. はじめに

港湾整備にあたっては、ふ頭とふ頭あるいは港湾と背後地との円滑なアクセスを確保するための臨港道路が必要不可欠である。臨港道路が航路と交差する地点では、橋梁またはトンネルが建設される。図-1に示すように大型船舶が航行する航路に架橋する場合、航行する船舶のマストをかすすために50m以上の大きな桁下空間が必要となることもある。桁の位置が高いとアプローチ部の橋梁も長くなり、建設費用が増大するだけでなく、臨港地区内の土地利用に支障をきたす場合がある。

可動橋は、大型船舶が航行するときに橋体を動かして、船舶航行に必要な桁下空間を確保する橋のことである。可動橋は、頻繁に航行する小型船舶のための最低限の桁下空間を常時確保し、アプローチを含めた橋長及び桁下高を小さくできるため、地域のアクセス道路としてふさわしいものとなる。

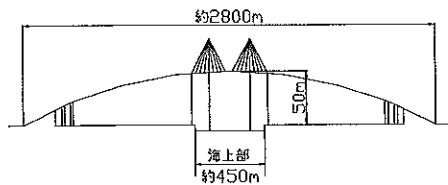
港部における可動橋の可能性について研究する長大可動橋研究会を組織し、国内外の可動橋の実態調査や試設計を通して支間長100mを越える可動橋(以下、長大可動橋)に関する種々の検討及び調査を実施してきた<sup>1), 2)</sup>。

可動橋は国内でこそ事例が少なく、また規模も小さなものであるが、架橋位置の条件によっては固定橋に比べて大幅な建設費の低減が可能となる。そのため欧州や米国を中心とする海外では長大可動橋が現在でも数多く建設・運用されている。

我が国において長大可動橋を実現するためには、建設年代の比較的新しい可動橋について採用に至る背景、立地条件、その構造、維持管理及び運用などをその管理者より直接ヒアリングして、その結果を踏まえて現実的な検討及び提案を行っていくことが重要と考えられる。

このような目的で、平成14年9月に欧州・中東4カ国の長大可動橋の調査を実施した。なお、調査した可動橋は我が国のものに比べ長大支間で比較的最近建設されたものである。

固定橋



可動橋

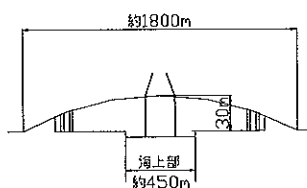


図-1 可動橋概念図

## 2. 調査対象可動橋

現地調査を実施した可動橋を表-1に、調査箇所を図-2に示す。本調査では可動橋の採用理由、背景を調査の主眼とした。

表-1 調査対象可動橋一覧

No.	橋名	所在地	形式	可動部支間長	完成年
①	エルフェルダン橋 EL-FERDAN BRIDGE	エジプト フェルダン	旋回橋 Swing Bridge	340m	2001
②	ガラタ橋 GALATA橋	トルコ イスタンブール	跳開橋 Bascule Bridge	80m	1994
③	ニューバルセロナ港橋 THE NEW BARCELONA PORT BRIDGE	スペイン バルセロナ	跳開橋 Bascule Bridge	109m	2000
④	マイトン橋 MYTON BRIDGE	イギリス ハル市	旋回橋 Swing Bridge	56m	1980

(財) 沿岸開発技術研究センターでは、かねてより臨



図-2 調査箇所



図-4 船舶航行状況

### 3 調査結果

#### 3.1 エルフェルダン橋 (EL-FERDAN BRIDGE)

エルフェルダン橋は、図-2 に示すようにエジプト・イスマイリアから北に約 15km 離れたフェルダンに位置し、年間 14,500 隻の船舶が航行するスエズ運河を横断する鉄道橋として 2001 年に建設された世界最大の可動橋である。本橋は 2001 年に完成した 5 代目の可動橋であり、初代は 1920 年に建設された。

今回調査した 5 代目の可動橋は、図-3 に示すような橋長 640m のうち可動部 340m を有する旋回式可動橋 (桁下高約 6m) である。同時期には、カンタラ近郊に日本の ODA により固定橋のスエズ運河橋 (桁下高約 70m) も建設されている。

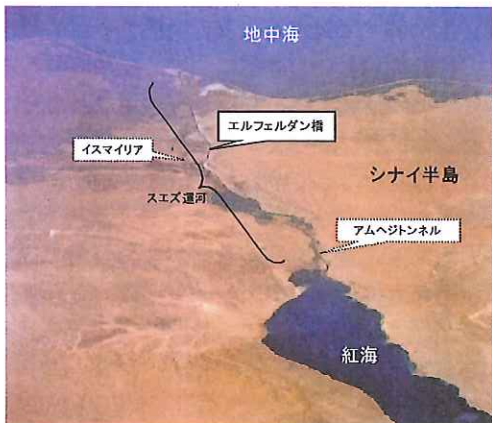


図-3 エルフェルダン橋の位置

エルフェルダン橋は、運河の航行船舶に支障を与えないように常時は開橋している可動橋であり、列車・車両の通過時にのみ閉橋する。開閉は、陸上交通 (鉄道) と海上交通の利用実態に合わせて定期的に行われる。これは、スエズ運河を航行する船舶が北から南へ 1 日 2 船団、南から北へ 1 船団通過し、鉄道が 1 日 2 本通過することによる。表-2 に開閉時間を示す。

表-2 開閉橋スケジュール

列車通過時刻	閉橋時間
09:40 (→東)	09:00~11:00
23:30 (→西)	21:00~02:00



図-5 車両走行状況

表-2 エルフェルダン橋の主要目

橋梁名		エルフェルダン橋 / El-Ferdan Bridge
橋梁	可動橋形式	旋回橋 / Swing Bridge
	橋長	640m
	支間長	可動橋部 340m (150+170, 170+150)
	竣工年	2001年
	改修歴	5代目
航路	水深	27m
	幅	320m
	航路高	70m
	航行船舶数	14,500隻/年
道路	幅員	9.2m (= 車道 3.03 + 軌道 + 車道 3.03)
	交通量	鉄道 2回/日
運用	開閉頻度	730回/年 2回/日
	駆動装置	ラックピニオン方式 (ギア式)
	開閉時間	開: 15分/回 閉: 15分/回
	航路閉鎖時間	3時間/回 (常時開橋)
事業主体 / 管理者		エジプト国有鉄道

この 5 代目エルフェルダン橋で可動橋が採用された背景・理由は、以下の通りである。

- ① もともと先代が可動橋で建設されていたこと。
- ② 海上交通と陸上交通の運行時間が限定されていること。
- ③ トンネル案等についても比較検討がなされたが運河水深からアプローチ区間が長くなり不経済となること。

#### 3.2 新ガラタ橋 (NEW GALATA BRIDGE)

新ガラタ橋は、図-6 に示すように古都イスタンブールの中心部を二分する金角湾に架かる跳開式可動橋である。歴史的なモスクが多く建ち並ぶ旧市街とボスポラス海峡側に開けた新市街を結ぶ交通の要衝となっており、昼夜を問わず車及び人々の往来が絶えない道路となっている。

この箇所には以前、浮体式可動橋 (1912 年完成) があったが、火災による一部消失、老朽化および増加する道路交通量に対応するため、同位置に新橋を建設することとなり、図-7 に示すような新ガラタ橋が建設された。





図-6 新ガラタ橋の位置



図-7 新ガラタ橋

新ガラタ橋は、アプローチ部が固定橋で、中央の航路約 80m 区間が跳開式可動橋となっている。アプローチ部は市民の要望から旧橋に似せて、図-8 に示すような上下二層構造となっている。上層は車両及び人の交通、下層は店舗等として利用されている。



図-8 新ガラタ橋アプローチ部

表-3 新ガラタ橋の主要目

橋梁	橋梁名	新ガラタ橋/New Galata Bridge
	可動橋形式	跳開橋/Bascule Bridge
	橋長	477m
	支間長	8@22.3m+可動部80m+8@22.3m
	竣工年	1994年
航路	水深	40m
	幅	58m
	航路高	閉橋時6m
	航行船舶数	—
	改修歴	—
道路	幅員	42m
	交通量	平均7万台/日 最大9万台/日
運用	開閉頻度	1回/2週間
	駆動装置	油圧シリンダー方式
	開閉時間	開:3.5分/回 閉:3.5分/回
	車道閉鎖時間	2時間/回(早朝)
事業主体/管理者	トルコ道路公団	

可動橋の開橋は、2週間に1回の計画となっており、開橋時間は、陸上交通の渋滞を避けるため早朝 4:00~6:00 の間とし、その間に通過船舶を通すことになっている。

新ガラタ橋で可動橋が採用された背景・理由は、以下の通りである。

- ① 架橋位置周辺に歴史的建造物が多く、固定橋の場合に陸上部にアプローチのスペースがないこと。
- ② 桁下高の高い固定橋では、周囲の景観に調和しないこと。
- ③ 橋の開閉頻度も2週間に1回と少なく、また早朝に限定されていること。
- ④ 開閉の要因である湾奥の造船所の移転計画があり、将来的に大型船舶の航行が少なくなること。

### 3.3 新バルセロナ港橋 (NEW BARCELONA PORT BRIDGE)



図-9 新バルセロナ港橋の位置

新バルセロナ港橋は、バルセロナ港内に2000年に建設された跳開式の可動橋で、半島状に突き出した国際旅客地区および商業ふ頭を国内旅客地区や市街地と連携するアクセス道路である。(図-9 参照) 可動橋を通過する船舶は、客船とレジャー船舶であり、その中で開閉を伴うものは大型客船や大型ヨットである。



図-10 新バルセロナ港橋

表-4 新バルセロナ港橋の主要目

橋梁	橋梁名	新バルセロナ港橋/New Barcelona Port Bridge
	可動橋形式	跳開橋/Bascule Bridge
	橋長	205m
	支間長	可動橋部109m
	竣工年	2000年
航路	水深	14m
	幅	92m
	航路高	閉橋時22m 開橋時50m
	航行船舶数	約30~40隻/日(推定)
	改修歴	—
道路	幅員	10m(=1.5m+2@3.0m+1.5m)
	交通量	5,000~10,000台/日(推定)
運用	開閉頻度	約600回/年(現在) 約60回/年(将来)
	駆動装置	油圧シリンダー方式
	開閉時間	開:3分/回 閉:3分/回
	車道閉鎖時間	約15分~2時間/回
事業主体/管理者	バルセロナ港湾局	



新バルセロナ港で可動橋が採用された背景・理由は、以下の通りである。

- ① 固定橋のアプローチのスペースが背後地にないこと。
- ② 将来的に大型船舶が可動橋を通過せず直接港外へでられるよう新規に航路が計画されていること。
- ③ 将来的に開閉回数が1/10になることから可動橋が採用された。

### 3.4 マイトン橋 (MYTON BRIDGE)

マイトン橋は、ロンドンから北へ約 250 kmに位置するハル市ハンバー川河口より約30km上流の左岸側に位置するハル川の河口近傍に建設された斜張橋形式の旋回式可動橋（桁下高 5.3m満潮時）である。（図-11, 12）

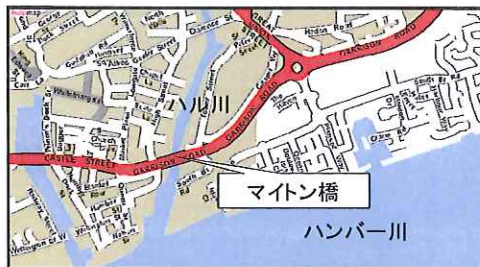


図-11 マイトン橋の位置



図-12 マイトン橋

市街地を横断する幹線道路のバイパス道路に架橋されており、現在1日 42,000 台以上（計画交通量 30,500 台）の車両が通行しており、今後も交通量の増加が見込まれている。一方、海上交通は、干満差が9m以上と大きいため、航行可能な時間が満潮時に限定されており、また通過船舶も漁船等規模の小さな船に限られ、その数も衰退している。

表-5 マイトン橋の主要目

橋梁	橋梁名	マイトン橋 / Myton Bridge
	可動橋形式	跳開橋 / Swing Bridge
	橋長	84m
	支間長	可動橋部(55.6m+28.4m)
	竣工年	1980年
改修歴	1988年	油圧シリンダー交換
	1991年	可動装置オーバーホール
	1993年	ベアリング交換
航路	水深	約8m(推定)
	幅	30.5m
	航路高	閉橋時5.3m
	航行船舶数	平均3隻/日
道路	幅員	31m
	交通量	計画 30,500台/日(現況 42,000台/日)
運用	開閉頻度	平均1回/日(過去最大10回/日)
	駆動装置	油圧シリンダー方式
	開閉時間	開:2.5分/回 閉:2分/回
	車道閉鎖時間	10~15分/回
事業主体/管理者		Hull市

マイトン橋で可動橋が採用された背景・理由は、以下の通りである。

- ① 航行船舶数が将来的に減少することが予想されていること。
- ② 干満差が大きく、船舶の航行時間が限定されていること。

## 4 おわりに

海外においては現在でも数多くの可動橋が臨海部に建設されている。今回調査した可動橋において、可動橋が採用された背景・理由を要約すると以下の通りである。

- a) 陸上交通もしくは橋の開閉を必要とする海上交通のどちらかの交通量が少ない。
- b) 大型船舶の航行が定期的である。場合によっては開閉時間が早朝などと限定的である。
- c) 航路の新設等により将来的に可動橋を横断する大型船舶が少なくなり、開閉頻度も少なくなる。
- d) 土地の利用上あるいは景観上、桁下高の高い固定橋や長いアプローチ橋が建設できない。

また、陸上交通が多い箇所では、陸上交通への影響を極力少なくするため、開閉時間を短くできる駆動システムとして油圧シリンダ方式が採用されていた。

我が国の臨港道路計画においてもこのような条件の一部にでも合致する臨港道路計画があれば、可動橋は、より低コストで地域社会に密着したアクセス性の橋梁形式になると考えられる。

今後の臨港道路計画にあたっては可動橋の採用の可能性のある立地条件の場合には、トンネル形式や通常の固定橋形式と同様に比較検討の一形式として検討すべきであると考える。

最後に今回の調査を実施にあたっては、エジプト国有鉄道、トルコ道路公社、バルセロナ港当局、ハル市経済開発局の方々に事前の調査から資料の提供および現地視察における説明等多くの時間とご協力を頂いた。ここに厚く感謝する次第である。また、とりまとめにあたっては、長大可動橋研究会の多大なる協力を頂いた。ここに記して感謝する次第である。

## 参考文献

- 1) (財) 沿岸開発技術研究センター：長大可動橋に関する海外調査報告書，2002.10
- 2) (財) 沿岸開発技術研究センター：長大可動橋に関する海外調査報告書，2000.10