

自然共生高架橋の設計 —見沼たんぼでふりかえる—

山本 泰幹¹・金井 直²

¹フェロー 工博 首都高速道路 更新・建設部 (〒100-8930 東京都千代田区霞が関1-4-1,
E-mail:y.yamamoto701@shutoko.jp)

²非会員 工修 首都高速道路 東京東局 (〒103-0015 東京都中央区日本橋箱崎町43-5,
E-mail:t.kanai86@shutoko.jp)

2006年8月に開通した首都高速道路の埼玉新都心線につくられた延長1.85kmの高架橋は、“見沼たんぼ”と呼ばれる首都近郊に残された数少ない貴重な緑地空間にある。日照や降雨が制限される高架下の特殊な条件下にも、地域に元来存在する植生の自己復元能力を活かしたビオトープの手法を適用して、自然と共生した空間の創出を目指した。開通後16年が経過した見沼たんぼの写真とともに、自然と共生した高架橋の設計の工夫について、性能設計の観点からふりかえる。

キーワード:高架橋, 自然共生, 性能設計, 首都高, 見沼たんぼ, ビオトープ, 高架下, 池沼, 樹林

1. はじめに

ここに取り上げるのは、2006年8月に開通した首都高速道路の埼玉新都心線にある延長1.85kmの自然・田園風景の中の高架橋である。開通16年後の高架橋全景を

図-1に示す。さいたま新都心の地下を貫くトンネル出口から“見沼たんぼ”と呼ばれる首都近郊に残された数少ない貴重な緑地空間を通過し、さいたま見沼出入口の終点に接続する。図-2は、見沼たんぼからさいたま新都心を望む高架橋の風景である。見沼たんぼの遊水機能の阻害



図-1 見沼たんぼの高架橋全景 (2022年8月)



図-2 高架橋の風景—見沼たんぼからさいたま新都心を望む（2022年7月）

を防ぐ必要があるため高架橋で建設された。これに伴い、高架下と環境施設帯に延長1.7km（面積6.3ha：さいたまスーパーアリーナ1.4個分）のビオトープ（池沼、樹林、草地の3タイプ）を整備した。見沼たんぼ地域に元来存在する植生および生物多様性の保全・管理の取組みが評価され、2011年4月にさいたま環境賞（事業者部門）、2011年5月に土木学会環境賞（Iグループ）を受賞している¹²。この取組みは“見沼たんぼ首都高ビオトープ”と首都高速道路で呼んでいるが、高架橋には“横浜ベイブリッジ”のような公式な橋名が付けられていないため、本文では、以降、便宜的に“見沼たんぼの高架橋”と呼ぶことにする。

高架下の自然を意識した高架橋の好例として、篠原は⁹、横浜市内の丘陵地に2001年建設された横浜環状2号線の陣ヶ下高架橋を挙げている。陣ヶ下溪谷と呼ばれている自然公園内の樹木や地形を残すために上下線を分割し、桁下に光を採り入れて豊かな桁下空間がつくられている⁴。

環境施設帯は、首都高速道路にも2号目黒線や9号深川線等の植樹帯や緑道の例がある⁹。ビオトープ（本来その地域に暮らす様々な生き物たちが生息できる空間）は、2005年に完成した荒川第一調整池のように近隣にも例がある⁹。

見沼たんぼの高架橋は、日照や降雨が制限される高架下の特異な条件下にも、地域に本来存在する植生の自己復元能力を活かしたビオトープの手法を適用して、自然と共生した空間の創出を目指した点が、他の例とは異なる。ビオトープの整備方法については、2001年から2002年にかけて、専門家や市民代表をメンバーに迎え

た「高速大宮線見沼田圃地区ビオトープ整備検討会（座長：池田駿介東京工業大学名誉教授）」を開催して検討が行われた⁷。筆者¹は、この委員会の事務局に設計者の立場で参加し、ここで議論されたビオトープの形を具体的に描き、見沼たんぼの高架橋（高架下と環境施設帯を含む）の設計に落とし込む役割を担った。

本文は、2006年開通後16年が経過した見沼たんぼに赴いて、筆者¹が撮影した写真とともに、自然と共生した

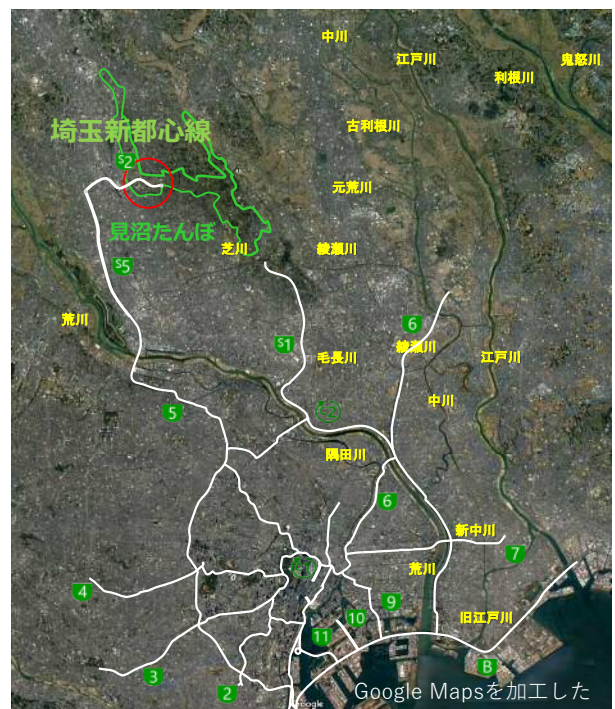


図-3 埼玉新都心線と見沼たんぼの位置図



図4 見沼たんぼの縁にある見沼代用水と斜面林
(2022年8月)

高架橋の設計の工夫について、性能設計の観点からふりかえるものである。

2. 見沼たんぼの歴史と設計の目標

図-3は、埼玉新都心線と見沼たんぼの位置図である。見沼たんぼ地域の生態系の再生を考えると、約7000年前の縄文海進の時代まで遡って、土地の成り立ちを知る必要がある⁸⁾。海面は現在よりも高く、見沼たんぼのある地域も現在の東京湾とつながる入り江であった⁹⁾。以降、海面が次第に低下していき、大宮台地をから湧き出る小川は海を追うように川筋を延ばし¹⁰⁾、芝川と沼地や湿地の原風景が生まれた。その後、江戸幕府の江戸のまちづくりに伴い、この地は変遷を遂げることになる。徳川家康の命により、江戸湾に流れ込んでいた利根川の流れを東の銚子へ通す利根川東遷（1621～1654年）と荒川の流れを西に振り分ける荒川西遷（1629年）の大治水工事が行われた。その代わりに（より江戸に近い）水田の農業用水が不足するようになった。そこで、現在の見沼たんぼの南縁（芝川第一調整池付近）に堤を築き、芝川の水を堰き止めて、当地は見沼溜井（1629年）と呼ばれる深さ1～3mの灌漑用水用ため池になった。その後、8代将軍徳川吉宗の享保の改革により、新田開発のため堤を切り、見沼溜井が干拓され（1728年）、ここに現在の見沼たんぼの原形が誕生した⁹⁾。このように見沼たんぼの土地は、時代によって、入り江、沼地と湿地、ため池、水田や畑地へと移り変わってきた¹¹⁾。

干拓された見沼溜井の代わりに農業用水確保のため、利根川から約60kmに渡って用水が引かれ（1728年）、見沼たんぼの西縁と東縁の斜面林にそって見沼代用水の

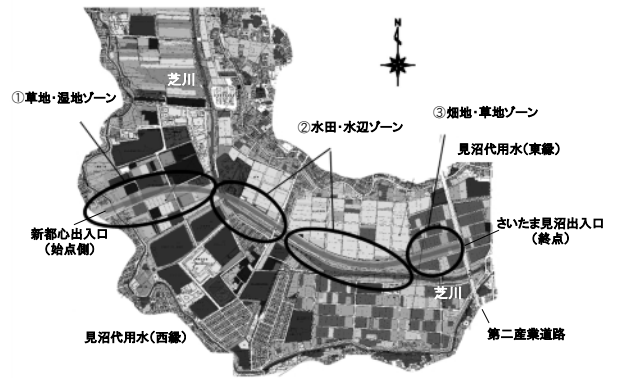


図5 高架橋とピオトープのゾーニング

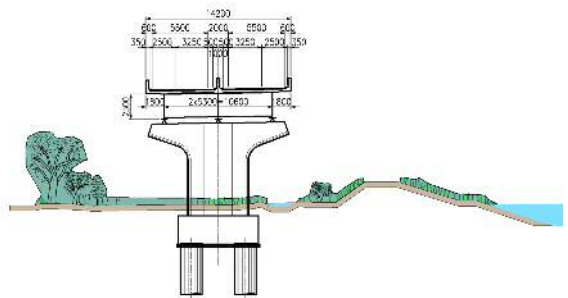


図6 水田・水辺ゾーンの標準断面



図7 2006年開通から1年後の高架下のピオトープ池沼の一例（2007年5月）¹²⁾



図8 2006年開通から10年後の高架橋のイメージ図（2002年設計時にCGで作成）



図-9 2006年開通1年後の高架橋の風景（2007年5月）¹²⁾



図-10 2006年開通から16年後の高架橋の風景（2022年7月）

水路が水田や畑地に水を供給している。図-4は、見沼田んぼの東縁にある見沼代用水と斜面林である。今も約200年前の当時の姿を残している。約400年前の池沼と湿地の姿をいまは見るができないが、前述のとおり潜在的な自然環境は湿地帯であったと考えられる。また、蛇行河川によって自然堤防には草地在り形成されていたと考えられる⁷⁾。

高速道路の設計にあたり、高速で安全、かつ快適に走行できるように必要な性能を確保することは大前提として、この土地につくる高架橋に要求される性能には、さらに地域の生態系の再生（前述の地域の潜在的な自然環境を考慮した池沼、樹林、草地の3タイプのビオトープ整備）がこれに加わる。

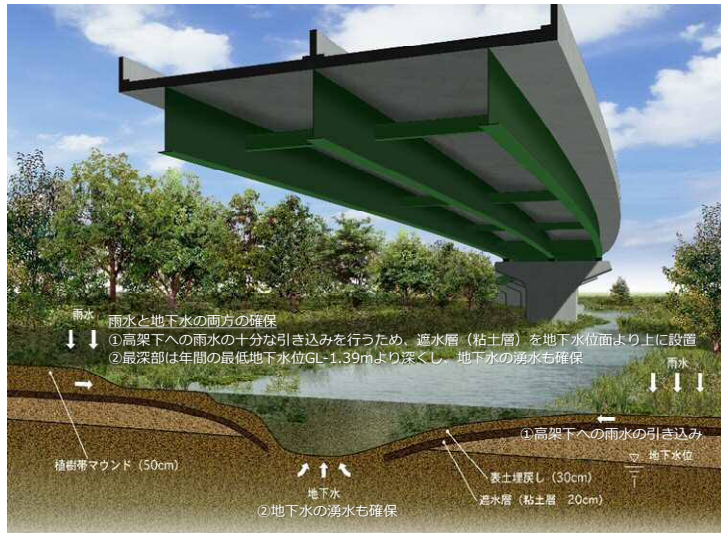


図-11 高架下のビオトープ池沼の水の確保方法の説明図 (2002年設計時にCGで作成)



図-12 2006年開通から10年後の高架橋イメージ図 (2002年設計時にCGで作成)



図-13 2006年開通から16年後の高架橋の風景 (芝川堤防より眺める) (2022年7月)



図-14 2006年開通から16年後の高架下のビオトープ池沼の一例（2022年7月）

見沼たんぼの歴史と地域の穏やかな暮らしをみると、見沼たんぼの高架橋は、自然の風景と柔らかに調和したものにすべきと考えられる¹²⁾。見沼たんぼの高架橋（高架下のビオトープも含む）の設計は、日常の風景の中に違和感なく溶け込み、より一層魅力ある空間を創造することを目標とした。

具体的には、緩やかなS字の平面線形を描く高架橋全線を通して、線形の流れに沿った水平ラインを、すっきりと見せる。地面から立ち上がる橋脚は、周囲に馴染むよう、曲線を取り込んだ穏やかな造形とする。また、幅員、平面・縦断線形の変化および道路や河川交差点等の諸条件で、連続性の途切れやすい箇所でも統一感をそこなわぬように形をまとめる。さらに、自然と共生した高架橋として、高架下やその周辺の空間においても、生物の成長に必要な日光、水、土壌、風通し等、できるだけ確保するための工夫を凝らした。

3. 高架下ビオトープの設計

ビオトープの設計は、植生復元のための基盤を整備することを基本と位置づけ、自然の自己復元能力を生かす方法を採用している¹³⁾。高架橋とビオトープのゾーニングを図-5に示す。土地の利用のされ方の違いにより、始点側から①草地・湿地ゾーン、②水田・水辺ゾーン、③畑地・草地ゾーンの3区分にゾーニングした。①と②には高架下のビオトープ池沼を設計した。②水田・水辺ゾーンの標準断面を図-6に示す。図-7は、2006年開通から1年後の高架下のビオトープ池沼の一例である¹²⁾。池沼は計8か所設けている。

草地にはチガヤなどの在来種のビオトープにする。また、高架橋北側の環境施設帯（図-6の左側）に、樹林タイプのビオトープを帯状に配置する。図-8は、2002年設計にCGで作成した樹林タイプのビオトープの10年後の高架橋のイメージである。近隣の自然林で採集した地域固有種の樹木の種子からポット苗を育成しておき、樹齢4年程度に成長したものを1m²あたり3～5本程度密植し



図-15 高架橋の風景（芝川交差点の堤防より眺める）（2022年8月）

て競争・自然淘汰させ、桁下高さ程度の中木と低木の在来種の樹林帯を創出する¹²⁾。図-9は、2006年開通1年後の高架橋の風景である。樹林帯が生長した開通16年後の高架橋の風景が図-10である。

これまでの高架下は、一般に日照や降雨量が制限され植物の育たない場所であった。しかし高架下に雨水や地下水を供給できれば、植物の自然な生育が可能となる。

図-11は、2002年設計時にCGで作成した高架下のビオトープ池沼の水の確保方法の説明図である。高架下への水の供給は、表土の下に遮水層の粘土をなだらかに設置して、雨水を引き込む。また、年間を通じて水が枯れないように、池沼の最深部に遮水層は設けず、降雨量が少ない時期の最も低い地下水位レベルよりも数十cm深くして、地下水の湧出により水を供給する。図-12は、2002年設計時にCGで作成した開通から10年後の高架橋（水田・水辺ゾーン）のイメージ図である。草地には、立地条件（水分、光など）に適した草本群落の成立を期待するため、現地の表土30cmを剥いで保存し、これを高架橋の工事後に再利用して敷き均し、表土内に休眠・保存されている野草の種子が発芽・生育を待つ手法を採用している¹²⁾。

図-13は、2022年7月に芝川堤防より眺めた水田・水辺ゾーンの高架橋の風景である。図-14は、開通16年後の高架下に水を湛えたビオトープ池沼の一例である。

4. 自然共生高架橋の空間設計

主に連続高架橋として都市景観の一部を形成する都市高速道路のイメージと景観について、佐々木は¹⁴⁾、歴史的にどのような検討が行われたか論文にまとめている。その中で、首都高速道路の1978年に始まり最終的に4冊にまとめられた景観シリーズ（景観を考慮した都市高速道路の設計に関する調査研究委員会報告書（伊藤學委員長：当時東京大学工学部教授）を取り上げ、都市高速道路の形態検討のさまざまな工夫のすべては、極論すれば、連続的で軽快な構造物を都市空間にうまく収めていくための多様なアプローチの追及であると述べている。



図-16 高架橋の風景（芝川脇の畑地より眺める）（2022年7月）



図-17 高架橋の風景（終点付近の第二産業道路より眺める）（2022年7月）

また篠原は³⁾、高架橋の形のまとめ方は、いかになめらかに連続させるか、あるいはいかに分節して区間ごとにまとまりを持たせるかの2点に尽きると著書の中で述べている。

見沼たんぼの架橋地点は、図-2で示したように、穏やかな田園風景の広がりが見られるとともに、背景にはさいたま新都心の近代的建築物が林立する姿が目に入るといふ特徴がある。

図-15は、芝川交差部の堤防より眺めた3径間連続2主細幅桁橋（延長343m）の風景である。図-16は、開通16年後の芝川脇の畑地より眺めた一般部の連続合成少数桁橋とRC橋脚の風景である。図-17は、終点の第二産業道路より眺めた7径間連続PRCラーメン版桁橋（延長155m）の風景である。スパンが大きくなる芝川の交差部（中央径間135m）と高さが極端に低くなる（路面高5m）の終点部で形が乱れないように橋梁形式



図-18 高架橋の風景（芝川堤防より眺める）（2022年7月）



図-19 ビオトープ樹林の間から眺める高架橋（2022年7月）



図-20 高架橋の風景（新都心出入口付近の側道より眺める）（2022年8月）



図-21 高架橋の風景（新都心出入口付近の横断道路より眺める）（2022年7月）



図-22 2005年建設時における地下貯水槽の埋設状況



図-23 2006年開通から16年後の地下貯水槽を埋設した場所の高架下（2022年7月）

を選択した。そして一般部の鋼連続合成3主桁桁橋とあわせ、全延長で水平方向のラインを基調とし、橋脚と桁の杓受け部をアクセントにした“連続感のある軽快な高架橋”を目指した。水平方向の滑らかなラインを実現するため、外桁の腹板は、全延長を通して曲線を描く平面線形に沿わせて、角折部はつくりなくした。

図-18は、芝川堤防より眺めた水田・水辺ゾーンの高架橋と高架下の様子である。ここでは、比較的長径間かつ桁高を低く抑えることができる鋼連続合成少数桁橋を適用し¹⁵⁾、高架下のビオトープに暮らす生物や植物の生育に必要な空間（日光、土壌、風通し）を確保している。RC単柱橋脚は、44m程度の等間隔で配置し、自然になじむ丸みのある造形で統一した。図-19は、ビオトープ樹林の間から眺めた高架橋の橋脚である。また、始

点側の幅員が広がる新都心出入口付近の湿地・草地ゾーンは、図-20と図-21に示すようにアーチを描いたRCラーメン橋脚である。柱本数を極力減らして単柱橋脚との統一感のある造形としている。

このほかにも、高架橋の橋脚が見沼たんぼの遊水機能を阻害しないように、高架下のビオトープ池沼とは別の橋脚間に、25mプール相当の地下貯水槽を計8か所設けている¹⁶⁾。図-22は、2005年建設時に撮影した地下貯水槽の埋設状況である、地下貯留式の熱可塑性ポリプロピレンの滞水材で形成されるもので、その上部はカウンターウエイトの砕石と表土で埋め戻すため、ビオトープが形成されると地下貯水槽の存在は見た目にはわからなくなる。図-23は2006年開通から16年の地下貯水槽を埋設した場所の高架下の様子である。

5. おわりに

2006年開通後16年が経過した埼玉新都心線の見沼たんぼの写真とともに、自然と共生した高架橋の設計の工夫について、性能設計の観点からふりかえった。篠原は、高架橋のデザインは、その場に在って必然性を感じさせられるかどうか最大のポイントであると述べている。見沼たんぼの高架橋（高架下のビオトープも含む）の設計においても、日常の風景の中に違和感なく溶け込み、より一層魅力ある空間を創造することを目標とした。果たしてその目標を果たせたかどうかは、見沼の土地に暮らす人々に聞いてみたいところである。

謝辞：ビオトープ整備の計画は、専門家や市民代表をメンバーに迎えた「高速大宮線見沼田圃地区ビオトープ整備検討会（座長：池田駿介東京工業大学名誉教授）」の委員の方々に、熱心にご議論いただいた。高架橋開通後も毎年同じ方々と「見沼たんぼ首都高ビオトープ報告会」を開催して管理に係る検討を継続している。見沼たんぼ首都高ビオトープは、自然の自己再生能力を活かしながら、モニタリング（定期的な調査）と最低限必要な管理作業が行われ、一般市民の方や環境を学ぶ学生達にも一部ご協力いただいて見守られている¹⁷⁾。高架下のビオトープの設計では、財団法人埼玉県生態系保護協会の岩木晃三氏に専門知識を助けていただいた。本文で割愛したが、橋桁の色彩は、首都高速道路の景観向上に関する調査研究委員会（平成16年度）において、大野美代子委員長（故人）と色彩計画家の吉田慎悟氏にアドバイスをいただいた。池上和子氏には本論文の執筆にあたり貴重なご助言をいただいた。ここに記して厚く謝意を表します。

参考文献

- 1) 首都高速道路株式会社：首都高の取り組み，見沼たんぼ首都高ビオトープ，<https://www.shutoko.co.jp/efforts/environment/coexistence/biotope/>（2022年8月閲覧）
- 2) 公益社団法人土木学会：環境賞，2011年（平成22年度）Iグループ，首都高速さいたま新都心線見沼田圃地区におけるビオトープの整備・育成・管理，https://www.jsce.or.jp/prize/tech/files/2011_15.shtml（2022年8月閲覧）
- 3) 篠原修：土木デザイン論 新たな風景の創出をめざして，財団法人東京大学出版会，2003。
- 4) 大野美代子：スツールからブリッジまで 大野美代子原稿集，エムアンドエムデザイン事務所，pp.118-119，2018。
- 5) 小澤広直，佐々木葉：首都高速道路の路線網計画および構造物設計の思想と手法に関する通史的考察，土木史研究講演集，Vol.39，2019。
- 6) 国土交通省荒川上流河川事務所：ビオトープ整備，第一調整池・自然保存ゾーン，<https://www.ktr.mlit.go.jp/arajo/arajo00113.html>（2022年8月閲覧）
- 7) 高速大宮線見沼田圃地区ビオトープ整備検討会：高速大宮

- 線見沼田圃地区ビオトープ整備計画 報告書，2002.3。
- 8) 松田磐余：対話で学ぶ江戸東京・横浜の地形，之潮，2013。
- 9) さいたま市：見沼たんぼのホームページ，見沼たんぼの歴史，<http://www.minumatanbo-saitama.jp/outline/history.htm>（2022年8月閲覧）
- 10) 川口市教育委員会文化財課：母なる芝川ー川口を貫く川ー，2017.10。
- 11) 埼玉県：見沼たんぼホームページ，<https://www.pref.saitama.lg.jp/a0108/minuma/#ichi>（2022年8月閲覧）
- 12) 山本泰幹，新垣博史，久保田強：見沼たんぼ高架橋の自然な景観・環境デザイン～首都高速埼玉新都心線～，橋梁と基礎，Vol.41，No.7，pp.39-45，2000.7。
- 13) 三村啓子：首都高速道路のビオトープー首都高速埼玉新都心線ー，土木施工，Vol.47，No.10，pp.72～76，2006.10。
- 14) 佐々木葉：都市高速道路のイメージと景観，国際交通安全学会誌，Vol.28，No.4，pp.34-41，2004.2。
- 15) 大久保高秀，山本泰幹，岩城達思，北川慶祐，渡辺仁：合成床版を有する鋼連続合成少数鉸桁橋の設計，鋼構造年次論文報告集，No.10，pp.149-156，2002。
- 16) 崎濱秀仁，木村真二：首都高速埼玉新都心線の設計・施工，土木施工，Vol.47，No.10，pp.88-96，2006.10。
- 17) 金井直，松本洋一，岩城晃三：見沼たんぼ首都高ビオトープ，橋梁と基礎，Vol.44，No.11，pp.17-20，2010.11。