

鳴門西PA周辺プロジェクトにおける コンクリート構造物のデザイン

Design of Concrete Structures on Naruto West Parking Area Project

関 文夫¹・浅野 利一²

¹正会員 大成建設(株) 土木設計部 (〒163-0660 東京都新宿区西新宿1-25-1)

E-mail:seki@ce.taisei.co.jp

²正会員 東日本高速道路(株) 関東支社管理事業部 (〒339-0056 埼玉県さいたま市岩槻区加倉260)

E-mail:t.asano.aa@e-nexco.co.jp

Master plan for whole expressway was developed in Naruto West Parking Area Project and design for each structure was conducted. In other words, this project was comprehensively examined considering the expressway as one of the substantial factors for the special relationships between local community and expressway. This paper represents design of concrete structures such as bridge, culvert, retaining wall, slope-protection, and so forth in order to describe the design principles of concrete structures and engineering ingenuity. Design approach, which incorporates the characteristics of the concrete materials, is showed in the project to explore the fundamental charm of the concrete and design deployment of the concrete structures.

Key Words: Road Structures, Concrete, Design, Bridge, Culvert, Retaining wall, Slope-protection, Sound Insulation Wall, Appearance, Shade and Shadow, Color, Aging

1. はじめに

鳴門西パーキングエリアプロジェクト¹⁾は、2002年7月に開通した四国横断自動車道の徳島県鳴門インターチェンジの西約8km付近に位置する。このプロジェクトでは、鳴門I.C.から板野I.C.の区間の約12.5kmのマスタープランが構築され、さらに、鳴門西パーキングエリア周辺では、個々の構造物のデザイン、デザイン監理が実施された。

高速道路を単なるモノとして存在させるのではなく、地域と道路空間の関係を考え、地域の原風景の保全、自然環境の再生、景観創出など総合的に検討されたプロジェクトである。

ここでは、このプロジェクトの中で、コンクリート構造物のデザインを中心に紹介する。橋梁、カルバート、擁壁、のり枠、受圧版など、複数のコンクリート構造物のデザインを紹介し、コンクリート構造物のデザインに対する考え方や、技術的な工夫について詳述する。コンクリート材料の本来の魅力を探り、コンクリート構造物のデザインを展開する際に、その特性を生かしたデザインの試みを紹介するものである。

2. 鳴門西パーキングエリア周辺プロジェクト

(1) プロジェクト概要

鳴門西パーキングエリア周辺は、写真-1に示すように、坂東谷川を中心とした扇状地であり、典型的な里山景観を呈する場所である。地域住民との何度もの協議が進められ、地元からは、大鳥居を車窓から見下ろさないこと、人工的な景観(橋梁)ではなく、なるべく自然素材を用いた景観(土工)として欲しいという要望があった。

その結果、約1.2kmの区間を盛土構造物とする



写真-1 鳴門西パーキングエリア周辺

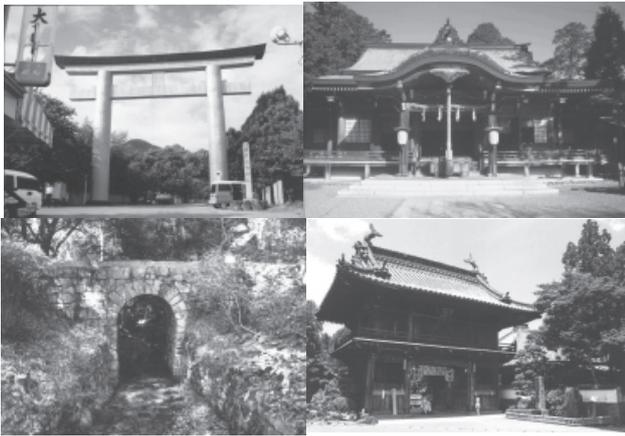


写真-2 周辺観光地

左上：大鳥居 右上：大麻比古神社
左下：ドイツ橋 右下：霊山寺

こととなり、大鳥居が、道路線形のコントロールポイントとなった。鳥居を見下ろさない高さで、道路線形が決定されている。また、この高速道路周辺には、上下線に鳴門西パーキングエリアが計画された他、霊山寺や大麻比古神社といった神社仏閣、ドイツ村公園や観光地などの集客施設（写真-2）が集中しており、各エリア毎に景観に配慮したデザインが要望されていた。

全体のマスタープランは、次のようなポイントとなった。

①地形の流れを大切にする^{2),3)}

鳴門西PAから盛土部全体に、自然な地形の流れを創出する（図-1）。住民の県道からの眺めに対して配慮する。また、内部景観からは、道路内に築堤を設け、視線誘導あるいは空間誘導的な大きな誘導を図る（写真-3）。

②視線交差を無くす。

PA利用者、高速道路利用者と地域住民相互の視線交差を無くし、住民のプライバシーの確保に努める（図-2）。PAの場所を谷地形におさめ、住民から見えない位置にしたり、PA内部からの景観を考え、地盤の高さを調整する（写真-4）。

③スケールを守る⁴⁾

これまでの高速道路構造物は、沿道側に対して、巨大な構造物が露呈することも少なくない。地域のスケールに配慮して、構造物のスケールを適合させる（写真-5）。

④自然回復を図る⁵⁾

大幅な土工計画によって改変された地形を、なるべく人工的な印象を払拭した造形とし、極力自然環境を再生、回復を図ること。

⑤コンクリート構造物は考えてつくる⁶⁾

コンクリートは、明度が高く、人工的な印象や圧迫感が生じやすいので、無造作につくらない。コンクリートは、必要な量を創意工夫して丁寧に扱う。

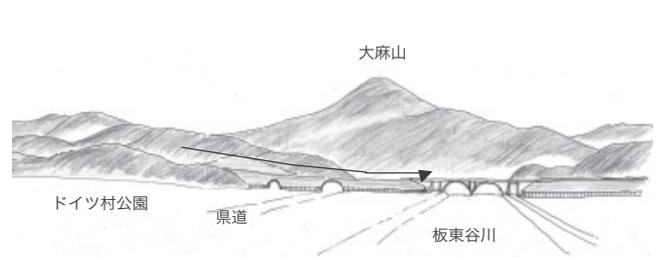


図-1 周辺地形の流れ



写真-3 緩やかな地形の流れを構築した築堤

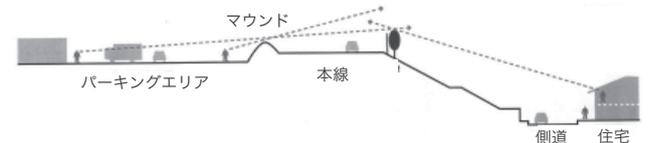


図-2 視線交差が無いように、PA利用者、走行車、住宅地の高さ調整を図る



写真-4 鳴門西パーキングエリアから本線、住宅地方面を眺める。本線車両、住宅地との視線交差はない。



写真-5 地域のスケール（工事着工前）。万年堀、電柱、生垣など地域の生活空間のスケール

3. コンクリート構造物のデザイン

(1) コンクリート材料のデザインの特徴

コンクリート材料は、その材料の持つ強度、耐久性、重量から複数の道路構造物に用いられている。

かつての報告書⁷⁾から、コンクリート材料のデザインの特徴は、次のようにまとめられる。

- ①無機質な印象であり、無彩色なので、材料の質感より、空間、造形を伝えやすい材料である⁸⁾。
- ②明度が高い材料であり、自然界などの対峙する空間では目立つ存在となる。
- ③造形の自由度が高く、ワンピースの形態から組積の形態まで幅広く対応可能である。
- ④表面は、型枠転写材として、いろいろな表面形態が可能である。
- ⑤表面粗度が高いために、粉塵、有機物の付着が早く、エイジングの進行が早い。
- ⑥空を拝む勾配を有する面、粗度仕上げを施した面、水面に付着した面は、汚れの付着が速いので、早期に黒ずむ傾向がある。
- ⑦練混ぜる材料であるため、顔料を混入することで、着色可能であり、中・低彩度の着色は可能である。
- ⑧表面の粗度率が高いため、微妙な反射光を得ることができる。

(2) コンクリート打設の種類とデザインの関係

a) 打設の種類と道路構造物の関係

コンクリート打設の種類を、図-3に示す。現場で打設するもの、現場で吹付けるもの、工場製作するものなど複数の製作方法があり、さらにプラント配合もあれば、現地配合、工場内配合など配合の種類も異なる。

また打設分類と道路構造物の関係を、表-1に示す。

①～③は、現場での施工となり、④～⑥は、工場での製作となる。

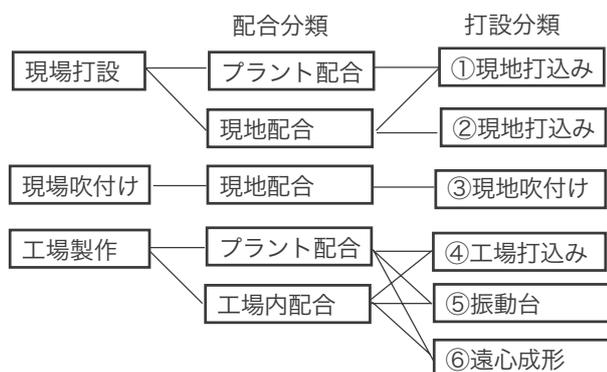


図-3 コンクリート打設の種類

表-1 打設分類と道路構造物の関係

①現地打込み	橋梁、カルバート、擁壁、のり枠、受圧板、排水、シール材
②現地打込み	のり枠、排水、シール材、階段
③現地吹付け	のり枠、のり面保護工、排水、(トンネル)
④工場打込み	橋梁セグメント、カルバート、L型擁壁、受圧板
⑤振動台	舗装材(平板、ILB)、ブロック積み擁壁、大型ブロック擁壁、縁石、境界石など
⑥遠心成形	支柱、排水管、杭、電柱など

※現場にプラントを構築の上、製作ヤードを設けたものは、工場打込みと同等の扱いとした。

b) 打設の種類から見たデザインの関係

コンクリート構造物のデザインは、コンクリート打設の種類によって扱い方が異なる。以下は、筆者のデザインの留意点である。

「現場打設」のコンクリートの場合は、一般的に明度が高く、目立つ存在であるので、その造形や、ディテールに十分配慮しなければならない。橋梁やカルバートなどは、コンクリート材料の強度、耐久性などの工学的要求と造形をバランスさせる必要がある。「現場打設」を主体とした橋梁等のコンクリート構造物は、型枠内にコンクリートを流し込めれば、その造形は成形可能であるが、伏せ型枠等が生じる場合は、エアアー、あばた等の対策が必要となる。型枠の細工次第では、多彩なテクスチャの表現が可能である。もたれ擁壁やのり枠、受圧版など、天空を拝む面の構造物は、無処理の場合、施工当初は目立つ存在となるが、早期に汚れが付着し、黒ずむことが想定される。配合は、プラント配合が多いため、着色等は、配合設備、練混ぜ設備に顔料が着色されるため、クリーニング等が必要となるため、容易に着色することは難しい。

「現地配合」のコンクリートで施工されるのり枠、排水、シール等は、現地での配合の際、顔料混入が容易にできるため、コンクリート自体に着色することができる。

「現地吹付け」のコンクリートで施工されるのり枠、排水、シール等のコンクリート構造物は、吹付け保持材の金網で、造形の自由度は左右されることとなる。しかし、現地のプラントで配合されるので、着色等は、比較的簡単に対応できるものである。

「工場製作プラント配合」は、厳密な品質管理が可能となるため、部材の厚さ、骨材の種類、コンクリー

ト強度、鉄筋など厳密な設定が可能となる。カルバート、擁壁などのRC部材だけではなく、PC部材などの計画が可能となる。打設方法も従来と異なる方法で、型枠を設定できるので、細部の仕上げ、多彩なテクスチャなどの表現も可能となる。プラント配合の場合は、クリーニング等の課題から、着色が難しい場合が多い。

「工場内配合」は、着色が可能な他、特殊なコンクリート配合も可能となる。超高強度コンクリートや繊維補強コンクリートなど特殊なコンクリートの対応も可能となる。

「振動台」は、無筋コンクリート部材や、緻密性の高いコンクリートを打設する際に利用する。型枠全体に振動を与えるため、低スランプのコンクリートの適用が可能となる。

「遠心成形」は、円筒状のコンクリート部材を形成する際に、用いられる。支柱、杭などの構造物の製造に用いられているが、研磨等の仕上げが可能となる。

4. 鳴門西パーキングエリアのデザイン

(1) ばんどうドイツ橋

a) デザインの課題

架橋場所は、日本の典型的な里山で、大麻山と板東谷川の平野の広がるのどかな地域である。

当初、騒音低減、構造、経済性の観点から、2径間連続のRC充腹式アーチ橋となっていた(表-2)。しかし、これまでの標準設計のRC充腹式アーチ橋では、単調な印象となり、堤防道路の開口部とアーチ形状が呼応して、バランスの悪い4径間連続アーチ橋に見えるといった課題が生じていた(写真-6)。

印象的な良い橋を造りたいという方針から、ドイツ橋のような石張りを施す装飾的なアイデアもあったが、構造を再検討し、コンクリート構造の魅力を引き出す方向で決定された。

表-2 ばんどうドイツ橋の構造諸元

橋長	86.7 m	支間長	29.5 m + 29.5 m
有効幅員	22.32 m	車線数片側	2車線 × 2
総幅	32 m	構造形式	RC2径間充腹式アーチ橋(控え壁式側壁構造)



写真-6 標準設計時のRC充腹式アーチ橋

b) デザイン

この橋のデザインは、日本の里山における四季の変化と共に橋の表情が変える移ろいの風景を創出することを目指している。

デザイン方針は、次のとおりである。

- ①背景には、大麻山が象徴的に見えるので、周辺の地形との流れを大切にす。
- ②里山景観に配慮して、表情のある橋とする⁹⁾
- ③左右の盛土を連結する橋なので、橋体にボリュームを持たせながら、橋梁の繊細な造形を引き出す。
- ④橋軸が東西軸であるので、南面は、常に陽を受けるので、造形の陰影に配慮する¹⁰⁾

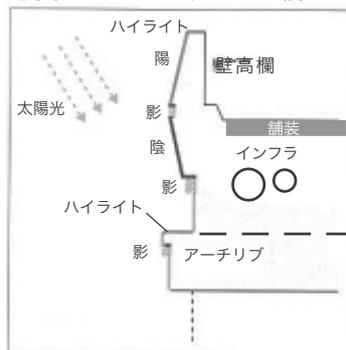
デザイン詳細は、次のとおりである¹¹⁾

- ①面外へ張出したアーチ形状と控え壁を有する側壁の発想によって、橋体にボリュームを持たせ、盛土との連続性を図った(写真-7)。
- ②造形の簡潔性を向上させるために、構造合理性を追求しながらも、個性的な造形と発展させたものである。側壁に控え壁を用いることで、側壁を構造的に薄くし、豊かな陰影を創出することで、構造と造形のバランスを図った。
- ③全体のプロポーシオンを整えるために、左右の堤防道路の開口部を矩形にすることで、4つの開孔部の連続的な印象を切り離し、あくまで二重橋のような印象としている。

また、橋面に縦断勾配があることから、アーチクラウンの高さ、左右のアーチの半径を微妙に調整を図り、左右バランスの取れたプロポーシオンとした。



写真-7 ばんどうドイツ橋



太陽光を受ける陽面と、陰影面を巧みに使い造形を表現した。壁高欄の上部は、陽面をハイライトとして、視覚的に白く強く打ち出し、対峙的に水平の安定したラインには、影を用いている。陰部は、縦壁から生じる陰影と伴に表情を構成している。
インフラには、電気、通信が配置されている。

図-4 陰影の考え方

さらに、インフラを橋面下に埋設することから、通常であれば、アーチクラウンと壁高欄の隙間が大きくなり鈍重な印象のアーチ橋となる。ここでは、緊張感が生じるように、見かけの壁高欄を設け壁高欄を側壁下まで膨らませ、全体のプロポーションに配慮した(図-4)。

④全体の造形から生まれる陰影の表情は次のように考えた。橋を印象付ける水平の陰影は、壁高欄のラインにハイライトと陰影のコントラストによって印象づけ、アーチ形状のラインは繊細に見せるために、アーチリブ上部に突起を設けた。そして、三角形の控え壁が、縦に生じる陰影として、側壁に表情を与えているものである。春には、淡い光の中でシルエットが見えるアーチ橋、初夏には、三角形の頬杖の陰影がハッキリとしたアーチ橋が見える。そして、真夏には、太陽の日射しが高くなるためアーチ橋の輪郭だけが見え、秋には、朽ち葉色の山と共に秋の陽を受け、独特の印象となる(写真-8)。

これまで無機質的な材料であるコンクリートを、造形的な観点から新たな造形を創出し、太陽の日射しと微妙なコンクリートの反射光を利用したデザインによって、コンクリート素材の魅力を引き出している。地域の風景に、土木構造物から表情を創出するコンクリートデザインを試みた。



写真-8 季節変化によって表情の異なるぼんどうドイツ橋
上から初夏、晩秋

c) デザイン実現のための技術的工夫

本橋は、スパン長30mという規模で、アーチ曲率がきつこと、アーチリブの厚さが約0.8m程度のため、アーチ内に作業員が入れないこと、加えて幅員が32mと広幅員のため、コンクリート打設時の品質管理が困難であった。特に、アーチリブ特有の伏せ型枠による上面のエアアバタの処理が課題となった。実際の施工前に、伏せ型枠の種

類、透水シートの種類をパラメータに打設実験を実施し、仕様を決定した(写真-9)。また、アーチスプリンキング部の狭窄部では、重機による転圧が不可能なため、全体の転圧バランスが課題となった。この課題を解決するために、流動化処理土による技術を採用した。充腹式アーチに採用されたのは初めてである(写真-10)。この流動化処理土は、地発生材を利用し、転圧不要で均一な支持力を得られること、軽量であることなどが特徴である。



写真-9 アーチリブのコンクリート打設試験

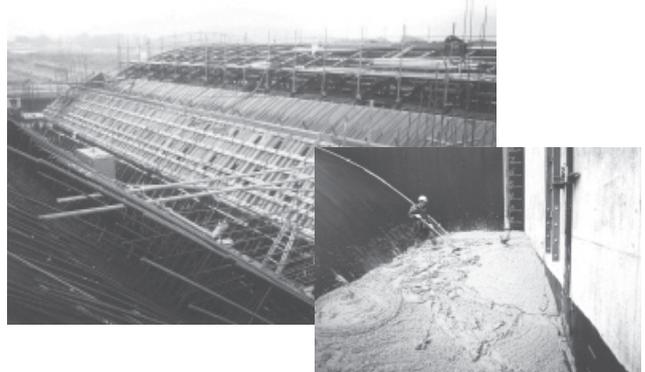


写真-10 左: アーチリブ型枠状況、右: 流動化処理土
(アーチスプリンキング部)

(2) 県道カルバート(プレキャストカルバート)

a) デザインの課題

周辺の公園区域を二分するように高速道路が盛土で計画されたため、このカルバートによって空間を連結する必要があった。原設計で、このカルバートは、テクスパンの標準設計で計画されていた(表-3)(図-5)。高速道路を横断する方向のドイツ館の観光地の入り口に設置されたもので、公園区域の一体感、公園区域の印象の改善が期待された。

表-3 県道カルバートの構造諸元

延長: 62.7m
総幅員: 12m 車線数片側1車線×2+歩道×2+排水溝
構造形式: プレキャスト3ヒンジアーチ構造(テクスパン)

b) デザイン

デザイン方針は、次のとおりである。

- ①公園の入口として、印象的なゲートを創出
- ②プレキャストの組積構造から生まれた造形の工夫¹²⁾

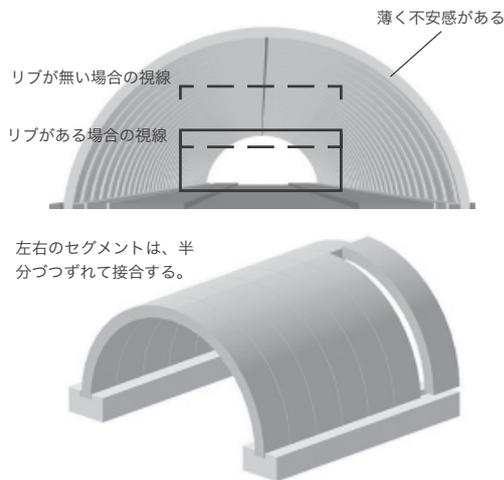


図-5 カルバートの組積構造と端部の印象

③原設計の部材厚が薄く、変形が大きいので、部材の安定感を図る。

デザイン詳細は、つぎの通りである。

①組積構造と造形

プレキャストの組積構造は、中心で左右がずれている形状である。そのため、中央部の接続部にどうしても視点が集中しやすい(図-5)。躯体の部分は、各セグメントにリブを取り付け、円周方向の突起を設けることで、シークエンス景観に表情のある空間をデザインした。この突起は、構造合理性と造形と融合させ、必要な造形から規律のある美しさを引出した。

②坑口部の安定した造形

プレキャストカルバートは、3ヒンジの静定構造のために、部材寸法が非常に薄く、不安感を感じさせる程である。端部に折返し付の部材を設け、視覚的安定感と土砂の流出止めの機能を持たせた(写真-11)。

③周辺構造物のおさめ

土工を補強土壁とし、腰積みの擁壁との取り合いが生じたが、擁壁がそのまま補強土の中へ突き刺さるようにおさめ、現場での調整コンクリートをなくした。

④夜間照明の工夫

夜間照明も、印象的なシークエンスを保持するために、上下へ照明を投射した。全体が光に包まれて、印象的な空間となるように配慮している(写真-12)。

c) デザイン実現のための技術的工夫

プレキャスト部材に用いたリブは、全体の剛性を向上させる構造材と、造形から生まれる空間を印象づけるファサードとして両立させた。

また、プレキャスト部材は、組積構造であり、工場製作となる。型枠は、横にしながらコンクリートを打設するため、端部に設けた下リブのうち、上面を向いている面にあばたが生じやすい(写真-13)。この課題を解決するために、型枠振動機を用いて入念なエア除去と品質管理を行った。



写真-11 県道カルバート(昼景)



写真-12 県道カルバート(夜景)

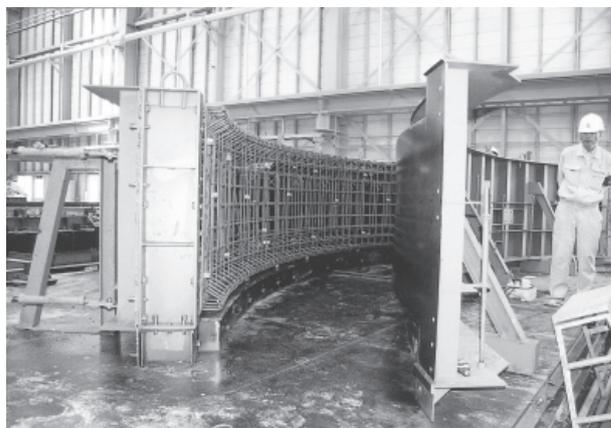


写真-13 プレキャストカルバート型枠

(3) 擁壁(プレキャストL型擁壁)

a) デザインの課題

この擁壁は、盛土部の基部の腰積み擁壁として、住宅地の沿道に設置されたものである。原設計では、施工の機能性から大型ブロックが計画されており、1つのブロック(H1.0m×W2.0m)が大きく、このブロックを2段積みした状態で、周辺環境を圧倒したものであった(表-4)。

表-4 擁壁の構造諸元

延長：約1.8km
構造形式：大型ブロック(原設計) H=1m×W=2m
隅切り部：現場打ちによる調整コンクリート

b) デザイン

デザイン方針は、次の通りである。

①住宅地とのスケールに配慮

住宅の万年塀、ブロック塀等スケールを合わせ、道路構造物の巨大感を払拭する。

②縦断勾配、隅切りに対応できるおさめ¹³⁾

縦断勾配に対応可能な配置、隅切り等の曲線配置が行える。通常の擁壁では、曲線配置をするとおさめに現場打ちの調整コンクリートが生じる。調整コンクリートが不要なおさめを考える。

③南向きでも目立たない処理

現地は、南向きが多いために、コンクリート前面の輝度を低減させる。

④取替えが可能な構造

事故等のアクシデントが生じた際に、部分的な取替えが可能である。

現地の地形(扇状地)を分析し、比較的平坦な地形で縦断勾配が少ないこと、緩やかな縦断勾配を利用したL型擁壁を基本構造とした。デザイン詳細は、次のとおりである。

①底版を台形の形状にしたことにより、曲線配置が可能な形状とし、重ね合せ構造という組積構造システムを発想した(図-6)。前後にずらしながら重ねることで、単調な面にアクセントを与え、曲面配置、勾配のある場合に上下段違いになっても、全体に緩やかな流れが生まれ、余り気にならない印象となった。

②住宅の万年塀、ブロック塀等のスケールに合わせて、1.4m～1.7mの見え高の擁壁とし、周辺の環境とスケールを合わせた。また、重ね合わせの方向で、エッジの見える擁壁(写真-14)と見えない擁壁(写真-15)とし、車の通行側は、エッジのない側を走行するようにしている。

③南面でも、コンクリート表面の明度を下げるために、洗出し仕上げを施した¹⁵⁾

④排水孔は、重ね合せの壁面部に設け、直接正面から見えないように工夫している。また、天端からの

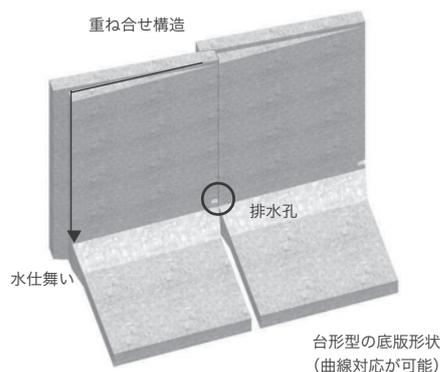


図-6 新しい組積システムの擁壁

汚れに配慮して、背面で水が伝い流れるよう水仕舞いに配慮した。

⑤おさめに関しては、変化する縦断勾配での対応、構造物と端部で収める場合、土破と横断構造物との取り合い、縦断勾配のある中で横断構造物との取り合いなどのおさめを標準化し、現場での調整コンクリートの施工は一切行いように工夫した(写真-16)。

プレキャスト製品の配置規準、最小半径、最大勾配などの規定の他、おさめに対して標準化、マニュアル化することで、現場での設計監理を容易にした。



写真-14 重ね合せ擁壁(エッジの見える側)



写真-15 重ね合せ擁壁(エッジの見えない側)



写真-16 擁壁のおさめの概念

左上：曲線配置と壁にアテ止め

右上：曲線配置と流れ止め

左下：縦断勾配対応

右下：横断構造物とおさめ

c) デザイン実現のための技術的工夫

型枠は、側壁部を底面にして製作し、側壁の前面の仕上げを洗出し仕上げとした（写真-17）。型枠底部に、遅延材を塗布し、高圧洗浄することで、表面のモルタル分を除去した仕上げを施している。この時、遅延材の塗布量によって、表面のモルタル分の除去量の試験を行い、写真-18のように、表面の洗浄深さ1mm～4mmまでのモデルを製作した。最終的には、洗浄深さ4mmのモデルを採用した。

また、この洗浄深さの品質管理は、表面の明度が、6～6.5程度になるように品質管理を行っている。この明度は、通常のコンクリートの濡れ色程度の状態を目指したもので、周辺の神社、仏閣、のり面の草本類、木本類などの色彩に配慮し、同調する明度としている。

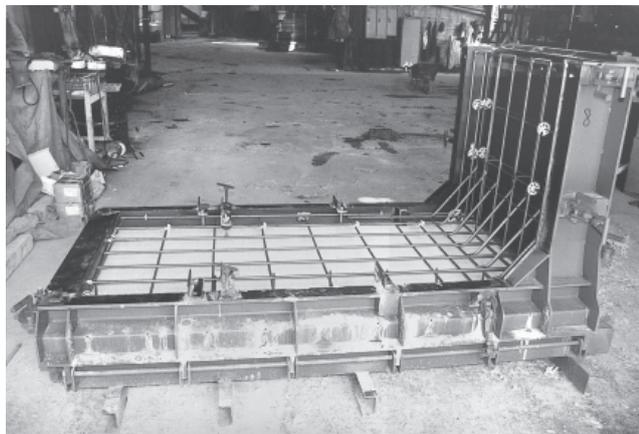
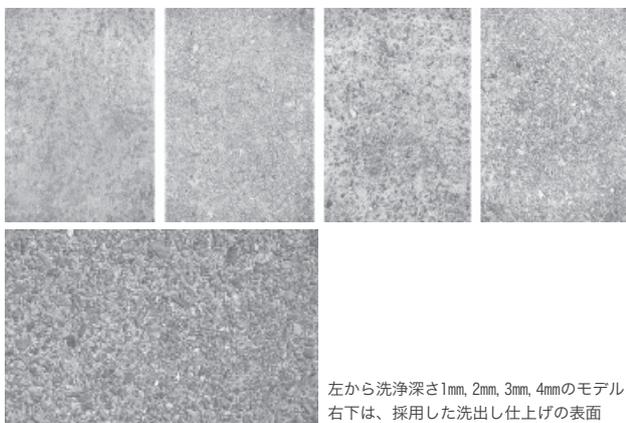


写真-17 重ね合せ擁壁の型枠



左から洗浄深さ1mm, 2mm, 3mm, 4mmのモデル
右下は、採用した洗出し仕上げの表面

写真-18 洗出し仕上げの試験結果と最終的な仕上げ

(4) のり面保護工（のり枠工）

a) デザインの課題

通常ののり枠工は、地形が平面の場合、格子状に配置され（表-5）、地形が曲面になると格子状の途中に台形状の調整枠が配置される（図-7）。

この格子状の造形物は、横枠から常に水平の陰影が生じていること、縦枠から鉛直にも陰影が生じていることから、鍵状の陰影が生じる。加えて、台形状の陰影が加わることで、その造形は、複雑なものとなり、より一層人工的な印象が強くなる。

表-5 のり枠の構造諸元

寸法：縦枠 300mm × 300mm、横枠 300mm × 300mm
構造：現場打ちのり枠 縦枠 2m × 横枠 2m
調整部：現場打ちによる台形状調整コンクリート

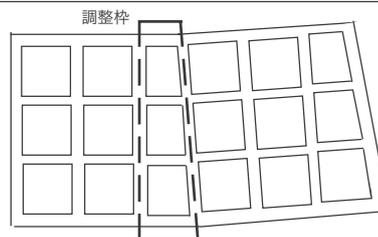


図-7 曲面のある場合の一般的なのり枠形状

b) デザイン

ここでは、切土のり面の地形を大きくラウンディングし、^{16)~18)} デザイン方針は、次のとおりとした。¹⁹⁾

①造形の規律を図り、曲面でのり枠を複雑な形状にしない。

②緑化基盤材との整合を図り、植生と構造物のバランスを図る。

また、デザイン詳細は、次のとおりである。切土のり面は、大きくラウンディングされ、高さは7段であり、その中の3段が、のり面保護工（のり枠工）の対象となる（写真-19）。

①複雑な印象を払拭するために、縦枠を主体とし、全体の曲率に合わせて、放射線状に配置した（写真-19）。縦枠のサイズは、□300mm、ピッチ平均2mとし、横枠のサイズは、□200mm、ピッチ1mとした。縦枠と横枠の形状を変化させて、のり枠の構造的重量バランスを図るためである。

②横枠は、目立たなくするために、サイズを小さくした。縦のり枠だけを視覚的に見せることで、造形の規律を引出し、構造物が露出するが、規則性があることで、複雑に見える印象を払拭している（写真-20）。

③吹付けコンクリートで施工するため、縦枠は、金コテ仕上げとし、横枠は、櫛引仕上げとした。横枠は、表面の輝度の低減を図ることと、長期的には、汚れの付着で黒ずみ、少しでも早く汚れの付着が誘導できるように櫛引仕上げとしている（写真-21）。



写真-19 ラウンディングとのり枠



写真-20 デザインしたのり枠工（アイビーム）

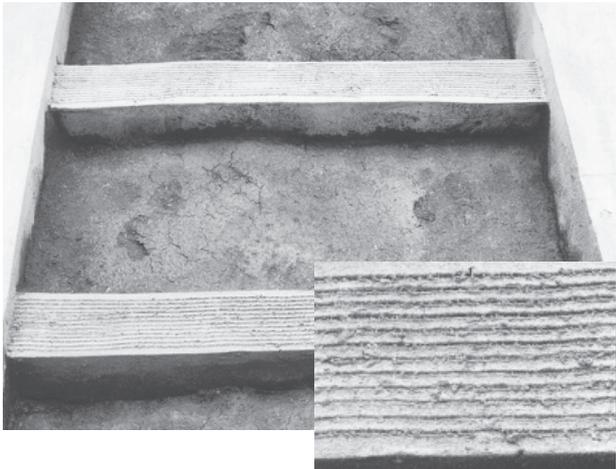


写真-21 のり枠横梁と表面仕上げ（櫛引仕上げ）

c) デザイン実現のための技術的工夫

ラウンディングを施した面は、のり肩の延長とのり尻の延長が異なる。そのため、これらを配置するための放射線状に配置した詳細図を作成し、各延長を引き出した。

ここでは、のり面勾配が、一定であったため、ほぼ平行線に見え、複雑な印象は払拭できたが、一般に、切土のり面は、のり肩からのり尻向かって、土砂、軟岩、硬岩と、土質が変化するケースが多く、切土のり面勾配もこれに合わせて、急勾配となるケースが多い。のり枠の形状は、勾配との関係が重要である。

現地では、吹付けのり枠の金網と鉄筋を設置し、吹付けコンクリートで施工した（写真-22, 23）。



写真-22 吹付けコンクリートによる施工



写真-23 吹付けのり枠（吹付け前）

(5) のり面保護工（アンカー受圧版）

a) デザインの課題

のり面アンカー受圧版は、一般に十字型のものが多く、この十字型のもは、造形的に多面で構成され、多彩な陰影が生じるため、人工的な印象となりやすい（図-8）。しかも、周辺の草本と対峙して、コンクリートの明度が際立って高いために、施工当初は、目立つ存在となる。

ここでは、これまでの受圧版の造形的課題と工学的解決を課題とした。

表-6 アンカー受圧版の構造諸元

寸法：2m×2m

構造：プレキャストコンクリート受圧版

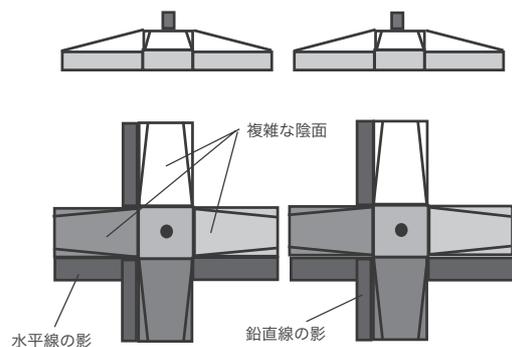


図-8 従来の受圧版

b) デザイン

デザイン方針は、次のとおりとした。

①人工的な印象を払拭した造形とする。

②複数の受圧版が並んだ造形を考える。

デザイン詳細は、次のとおりである。

プレキャストアンカー受圧版のデザインは、複雑な印象を払拭するために、なるべくシンプルな造形とし、2枚の細い縦ラインが生じるように配慮した。2枚の壁は、造形的な意味と剛性の向上に寄与するものである。全体では、大きく縦ラインを生じるように造形的に配慮し、水平線のラインを極力少なくすることで、規律のある造形を構築している(図-9)。

複数配置されたときでも、あまり複雑な印象とならないように配慮した(写真-24)。

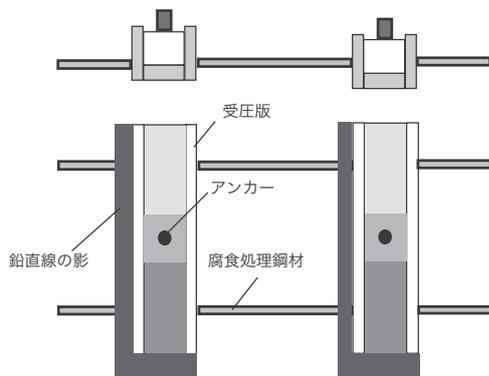


図-9 開発した受圧版



写真-24 デザインした受圧版(アイネット)

c) デザイン実現のための技術的工夫

根本的な構造の改善を図った。これまで、単体構造のアンカーの設計に対して、連結した構造とした。常時は、アンカー導入力を縦梁の受圧版で支持した構造で、異常時は、複数のアンカーで、全体的に作用させるためにネット状の(腐食防止処理)鋼線を配置している。さらに、施工時のハンドリングを向上させるために、従来の受圧版の10%程度を軽量化した。実験の結果、受圧版の両側にあるリブによって、全体剛性が保持され、リブを考慮しないモデルの設計値の1.3倍以上の耐力を有することが解った(写真-25、26)(表-7)。

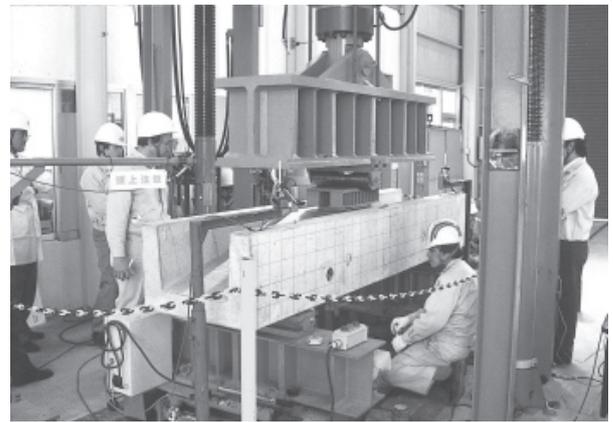


写真-25 受圧版の耐力試験

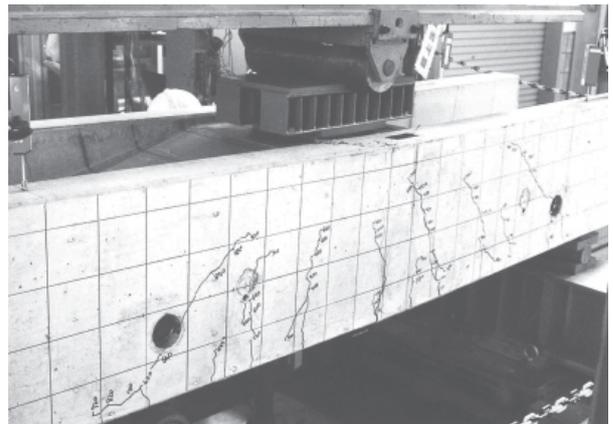


写真-26 受圧版のひびわれ性状

表-7 実測値と設計値の比較

	設計値 (kN・m)	実測値 (kN・m)	実測値/設計値
ひびわれモーメント	54.77	82.34	1.50
抵抗モーメント	165.82	240.11	1.45
抵抗モーメント×1.5	248.73	327.29	1.32
終局モーメント	349.41	532.67	1.52

注) 抵抗モーメントの実測値とは、鉄筋のひずみが900 μ 、1350 μ に到達したときのモーメントである。(設計値はリブなし全断面有効として評価)

(6) 遮音壁

a) デザインの課題

遮音壁は、一般にコンクリート版(打放しのプレーン)のものが多く、明度が高く、周辺景観から目立つ存在となる。遮音壁の構造諸元を表-8に示す。

表-8 遮音壁の構造諸元

寸法: W=4 m×H=2~2.5 m
構造: H型鋼親杭方式プレキャストコンクリート版

b) デザイン

デザイン方針は、次のとおりとした。

①自然景観の中で、馴染んだデザインとする。

②テクスチャ、色彩、陰影を詳細に検討する。

デザイン詳細は、次のとおりである。

コンクリート版には、化粧型枠によるテクスチャを施し、表面の陰影効果を期待することとした(写真-27)。さらに、黒色の顔料を加え明度をコントロールし、遮音

壁自体の存在をなるべく控えた。支柱関係も無彩色で全体のバランスを図っている。

c) デザイン実現のための技術的工夫

山岳景観での色彩的な調和を図るために、コンクリートに顔料を混入した実験を実施した(写真-28)。黒系、茶系で、混入量は、セメント重量比に対して、無機系の着色顔料(バイエルン)を用いて、黒の3%、5%、7%、茶の5%、7%を実施した。

実験の結果、コンクリート施工後、3週間後の計測では、3%と5%では大差があり、5%、7%ではあまり差がないことが確認された。さらに養生をし6週後の結果で、5%、7%の明確な差がないことが確認されたため、5%の顔料を混入して、明度7程度にしている。

写真-27で示すように、濡れ色では、明度5.5、通常では、明度7.0程度の仕上がりとなった。周辺の山岳景観、木本、草本類との対峙は、写真-29のように、極めて目立たない状況となった。

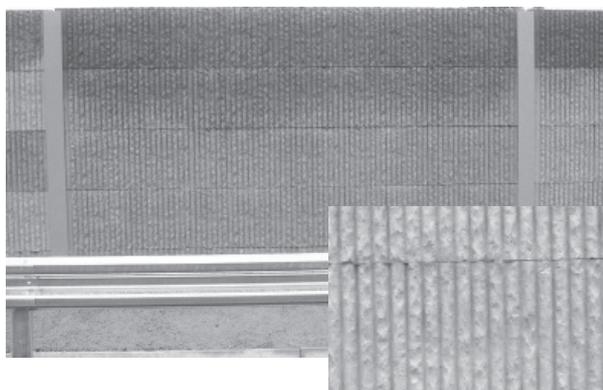


写真-27 遮音壁(上部:濡れ色、下部:乾燥)と表面のテクスチャ



写真-28 顔料を混入したコンクリートの色彩試験(左から、黒3%、5%、7%、茶5%、7%)



写真-29 背景の山と馴染む遮音壁(遮音壁の明度と、周辺の山との色彩が調和している)

5. 道路構造物のコンクリートデザイン

(1) 橋梁、カルバート

橋梁、カルバートなどのように、全体の風景の中で、「点」として存在するものは、コンクリートの無機質な印象を利用し、その造形や空間の表現が重要と言える²⁰⁾

これらの構造物のコンクリートは、強度材としての要求度が高いことから、構造的表現が必要なものである。また、打放しコンクリートの明度の高さから、風景の中では際立つ傾向にあり、慎重に扱わなければならない。これらの視点から、構造物としての必要形態と造形としての洗練が要求され、これらの要求が風景と呼応した時に完成度の高いデザインが生まれるのではないだろうか。

ぼんどうドイツ橋は、控え壁式の充覆式アーチ構造と面外に開いたアーチリブの造形がひとつの造形になったと言えよう。その造形と盛土の土工とのバランス、地形の流れの関係から独特の呼応する風景が生れたものと考えている

県道カルバートは、プレキャストコンクリートとして組積造形とその構造的解決がひとつの造形になったと言える。単調な面で構成されている空間を単にくぐり抜けるという機能だけではなく、リブで構成したことにより、豊かな空間を楽しむという価値を引き上げたものと考えている。

(2) L型擁壁、遮音壁

L型擁壁、遮音壁などは、道路空間では連続した「線」として存在し、刺激の強い構造物である。これらの構造物は、連続するために目立つ存在となるだけではなく、明度の高い打ち放しコンクリートの場合には、強烈な構造物となる。

ここで紹介したL型擁壁は、プレキャスト構造の組積構造を重ね合せ方式とし、道路構造物の特有の新しい配置から生まれたデザインである。隅切り、曲線配置、縦断勾配という道路構造物の線を専用にデザインしたものである。また、プレキャスト製品では、これまで曖昧だったおさめをマニュアル化し、現場打ち調整コンクリートをまったく無くした意義は大きい。

遮音壁は、顔料を混入しテクスチャを施したことにより、色彩効果と造形の陰影によって周辺景観と「色彩的に馴染む」ことが実現できたものである。プレキャストの工場配合、特定の型枠という環境から実現できたものであり、コンクリートを取り巻く環境を理解したデザインと言えよう。

(3) のり枠、受圧版

のり枠、受圧版などのような抗土圧構造物は、「面」として、大きく存在する。これらは、造形的に規模が大きく、人工的な印象が強い構造物である。天空を拝むことから¹⁾、将来的には、汚れの付着が期待できるものであるが²⁾、構造物が大きくなると、その存在が消えない構造物である。

のり枠は、「現地吹付け」という特殊性から、基本的な造形操作を行ったものである。縦と横というシンプルな造形から造形の規律を表現している。また、現地での櫛引き仕上げも「現地吹付け」から調整した仕上げである。

受圧版は、現地の作業効率を考えながら重量を控え、剛性を高めながら、アンカーの導入力を地山に伝える造形を考えた。複数個が重なりながら、複雑な印象にならないように配慮した新しい抗土圧構造物のデザインである。

6. おわりに

鳴門西PAプロジェクトのコンクリート構造物のデザインについて、道路構造物とコンクリート材料のデザインの視点で、そのデザインの考え方をまとめたものである。道路構造物のコンクリートは、構造物毎に、その打設方法、製造方法が異なるため、様々なデザインを行い、ある1つの回答を行った事例としては貴重なプロジェクトと考える。コンクリートは、その強度、配合、製造方法が、さらに進化していることから、今後も未知のデザインの可能性のある材料である。本論文が、今後のコンクリートデザインの一助となることを期待したい。

謝辞：本プロジェクトの過程では、景観デザイン研究会コンクリートデザイン部会(部会長：窪田陽一教授)諸氏との議論から貴重なヒントを得たものもある。この場を借りて謝辞を申し上げます。

参考文献

- 1) 関文夫：四国の景観デザイン 四国横断自動車道鳴門西パーキングエリア周辺プロジェクト～ランドスケープデザインと土木の融合～、土木学会全国年次大会研究討論会研-12、pp.1-6、2003年9月
- 2) Donald Appleyard, Kevin Lynch and John Myer: The View from the Road, MT Press, 1964
- 3) 関文夫、他共著：「山岳道路のデザイン 地形の意味論を踏まえた道路設計へ」READINGS：2ランドスケープデザイン批評宣言、INAX出版、pp.384-387、2002.3
- 4) 土木学会コンクリート委員会景観小委員会：「コンクリー

ト構造物のデザイン」、土木学会コンクリート技術シリーズ、pp.35-69、2000.5

- 5) 関文夫：土工における土木デザイン-スイス等の事例分析に基づくデザイン思想-、第21回道路会議土工部会特定課題、1995年
- 6) 関文夫、他共著：土木学会コンクリート標準示方書改定委員会「コンクリート標準示方書改訂に関する中長期ビジョン」、土木学会コンクリート技術シリーズ、pp.209-215、1999.7
- 7) 関文夫、他共著：景観デザイン研究会「コンクリート構造物のデザイン」、景観デザイン研究会コンクリート研究部会、2001.3
- 8) 関文夫：コンクリートの魅力とデザイン、セメント協会ランドスケープ、特定課題研究会、2002.11
- 9) 関文夫、野村孝芳：廿六木大橋・大滝大橋の景観設計・意匠設計、橋梁と基礎vol.33 No.4、1999.4
- 10) 関文夫、野村孝芳、小島幸康：廿六木大橋・大滝大橋の意匠設計とその思想、第9回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム、pp.201-206、1999.10
- 11) 浅野利一、中西正男、山下直樹、関文夫、山本徹、川田淳：地域との共生を図る坂東谷川橋(仮称)の設計と施工、橋梁と基礎vol.36 No.2、pp.2-10、2002.2
- 12) 関文夫：プレキャストコンクリートのデザイン展望、セメント協会ランドスケープ2000、特定課題研究会、2000.11
- 13) 関文夫：プレキャストコンクリート製品のデザインーその課題と方向性についてー、セメントコンクリートNo.657、pp.10-17、2001年11月
- 14) 関文夫、他共著 景観デザイン研究会コンクリート研究部会：「コンクリート構造物の造形デザイン」、景観デザイン研究会、1998.8
- 15) 関文夫、他共著：景観デザイン研究会「コンクリート構造物の表面デザイン」、景観デザイン研究会コンクリート研究部会、1995.3
- 16) 関文夫、他共著：切土のり面デザイン検討委員会「切土のり面のデザインマニュアル」、日本道路公団静岡建設局、2000年7月
- 17) 関文夫：デザイン論から考える土木と緑化の統合、環境技術、2003年5月号
- 18) 関文夫、他共著：斜面防災・環境対策総覧「切土のり面のデザイン」、産業技術サービスセンター、2004年4月
- 19) 関文夫、ングエリアの切土のり面のデザイン」、産業技術サービスセンター、2004年4月
- 20) 関文夫：土木史と土木デザイン史から見たアーバンイズム、造園学会研究発表会2004.05
- 21) 関文夫：コンクリートのエイジングとディテール、橋梁と基礎、2004vol38.No.8
- 22) 関文夫：コンクリート構造物の表面性状の変化に対するデザインの工夫について、第1回土木学会景観・デザイン研究発表会 pp.121-126、2005.12

(2006.10.16 受付)