

自然の河川の姿に範をとった非決定的なデザイン手法による河川空間整備

A study on the river space design by the non-concluded design method

referred to the natural river forms.

伊藤 登* 天野光一**

By Noboru Itoh Koichi Amano

1. はじめに

身のまわりの環境に対する国民の意識は、かつてないほどの高まりをみせ、河川においても昭和50年代の環境護岸（緑化護岸やほたる護岸）、昭和60年代の親水護岸を経て、多自然あるいは近自然型の川づくりが現在盛んに進められている。しかし、これらには水際の自然にのみ着目してその復元に重点を置くものが多く、また河川景観整備では、不自然な線形の護岸や樹木が1本もない利用しにくい空間など、形の必然性や利用上の快適性に乏しい例も多い。

いずれも河川景観を形づくる自然の河川の姿としての地形や植生の特徴、人々が利用する空間に求められる条件等についての分析やデザイン的検討が不十分であること、また予め形を全部決定しようとすること等、自然的なものや利用等を考え合せたデザイン手法が明確となっていないためと考えられる。

現在の河川整備に求められる設計手法のひとつは、人間の存在と利用を前提として、その場所の河道特性に応じた自然的な河川景観を形成し得る河川空間のデザイン手法である。本稿は、このようなデザイン手法の構築を目指し、地形や植生等から構成される自然の河川の姿に範をとり、設計から施工に至る過程で順次デザインを行う非決定的なデザイン手法による河川空間設計の方法論を、具体的な設計・施工例を通して提案することを目的とする。

2. 河川の姿の普遍性と個別性

河川の水辺は、急流は急流ならではの、河口部は河口部ならではの表情や環境（普遍性）を有し、また、それぞれの河川に固有の歴史・文化的な特性（個別性）を有している。

筆者が考える普遍性ある河川景観とは、自然の河

キーワード： 景観、空間設計

* 正会員 工修（株）プランニングネットワーク（114 東京都北区田端新町3-14-6 TEL03-3810-9381 FAX03-3810-9384）

** 正会員 工博 東京大学土木工学科（113 東京都文京区本郷7-3-1 TEL03-3812-2111 FAX03-3818-5692）

川そのままの景観（そのままの自然は決して利用しやすいものではない）ではなく、利用上の快適性を有すると同時に、河川だからこそ持ち得る多様な魅力に富む景観である。そのような河川景観を具現化するためには、自然の河川の風景を構成する主たる要素である地形・植生の詳細な観察から河川景観を特徴づける形やその組み合わせを選びだし、それらを洗練・モデル化したものを場所に応じて形を整えながら配置するというデザイン手法、すなわち、我が国の多くの河川で適用可能な河川景観の普遍性に依拠するデザイン手法が必要である。一方、河川景観の個別性は、河川自体の表情よりも沿川都市等の歴史性等による方が大きく、一般解は得にくい。

河川工学の分野では、表1に示すように同一の河床勾配を有する河道区間の場合、ほぼ同じ大きさの河床材料となり、低水路幅や深さ等の地形的特徴も概ね共通するといわれている。また、類似した特徴を持つ区間をセグメントと呼んでいる。山本¹⁾は、生態系を工学的観点から河道特性として把握することを目的として、河川区域内の植生の生育環境を区分している。その中で、河川空間内の植生は、河床材料や表層土壤、洪水時の流速等の植生の生育環境がほぼ同様となるセグメントによって河川縦断方向の分布が、また水際、河岸斜面部、河岸肩部等の位置によって横断方向の分布が概ね定まるとしている。これは同一セグメントの場合、自然の河川の姿を構成する地形と植生は類似していることを示している。

セグメントは河川景観のすべてを決定づけるものではないが、それに対応した地形的特徴、植生立地の特徴は、縦断方向で見た場合に河川景観のある程度の基調を表象するものとして、他の河川での適用可能性を示しているといえる。

3. 自然の河川の姿に範をとった河川デザイン手法

筆者が提案する自然の河川の姿に範をとった河川空間のデザイン手法は、河川景観の全体像を定める際に用いる景観のモデル（以下に示す河川景観タイプ）の適用とこれを実際につくり上げていく際に用いる地形や空間の個々の要素（以下に示すデザインパート）の活用の両者から構成される。実際には、この両者を設計対象となる河川の状況や利用等のあり方を分析して、適宜組み合わせてデザインを行うこととなる。

(1) 河川景観タイプ

セグメントは、縦断方向で見た場合に河川景観のある程度の基調を表象するものといえるが、実際には同一セグメントでも河道内の様々な条件や工作物の設置等によって河川景観は異なるものとなる。また、セグメントと実体としての河川景観との関わりについて分析した例は、これまであまり多くはない。

筆者は、建設省木曽川下流工事事務所の委託調査²⁾を遂行する中で、木曽三川下流部（木曽川、長良川、揖斐川）について現地踏査を実施し、河川の全体像を把握することを目的として河川景観の類型化を行う機会を得た。全体景として同一の基調を有するかという観点から類型化を行い、類型毎の地形の平面的特徴と横断的特徴、植生立地の特徴を端的に表現する河川景観設計の観点から河道内の河川景観の全体像を定めるためのモデルの構築を行った。

その結果、干潟景観タイプ、河原景観タイプ、中洲景観タイプ、ワンドタイプの4つの基本的なタイプを得た。これらのタイプとセグメントの関係をみると、表1に示すセグメント2-2、セグメント3にあたり、セグメント2-2では河原景観タイプ、中洲景観タイプ、ワンドタイプ、セグメント3では、干潟景観タイプ、河原景観タイプ、中洲景観タイプがモデルとして適用可能である。

ここで得たタイプは、河川の基本的な姿・形としての地形と植生についての骨格的な特徴をおさえていたがゆえに、自然の作用がつくりだした形の典型・プロトタイプとして、河川の空間づくりの範となり得るものであるが、その適用にあたってはセグメントを参考しながらも整備対象となる区間の状況をよくみきわめることが必要である。これらのタ

イプのうちの1つである河原景観タイプ（他の大河川において一般にみられ、河川のデザイン上汎用性が高いと考えられる）の空間の構成と地形・植生の基本的扱いを図1に示す。

表1 各セグメントとその特徴²⁾

地形区分	セグメントM	セグメント1	セグメント2		セグメント3
			2-1	2-2	
河床材料の代表粒径 d_s	さまざま	2cm以上	3cm~1cm	1cm~0.3mm	0.3mm以下
河岸構成物質	河床河岸に岩が出ていることが多い。	表層に砂、シルトが乗ることがあるが薄く、河床材料と同一物質が古め。	下層は河床材料と同一、細砂、シルト、粘土の混合物。	シルト・粘土	
勾配の目安	さまざま	1/60~1/400	1/400~1/5,000	1/5,000~水平	
蛇行程度	さまざま	曲りが少ない	蛇行が激しいが、川幅水深比が大きい所では8字蛇行または島の発生。	蛇行が大きいものもあるが小さいものもある。	
河岸侵食程度	非常に激しい	非常に激しい	中。河床材料が大きいほうが水路はよく動く。	弱、ほとんど水路の位置は動かない。	
低水路の平均深さ	さまざま	0.5~3m	2~8m	3~8m	

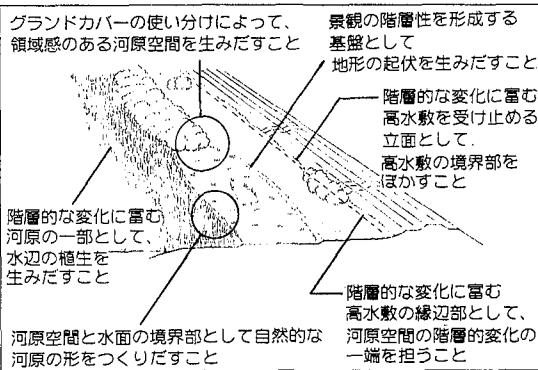


図1 河原景観タイプの空間構成とその地形・植生の基本的扱い²⁾

(2) デザインパート

河川景観タイプは、あくまでも河川景観の全体像を示すものであり、実際の設計においてはこまかなる地形の形や空間の形についての詳細な知見が必要となる。これが筆者がデザインパートと呼ぶ設計上必要不可欠な要素である。

筆者は昭和61年度土木計画学研究発表会において、河川の流れがつくりだす自然の水辺の形に着目し、河岸と寄洲の形態的特徴について分析し、それを洗練化することで護岸等のデザインに応用可能であることを示した³⁾。また、翌62年には、同研究発表会において、河川空間における活動の特徴とその活動を引き起こす要因の分析を行った⁴⁾。そして、河川活動空間の特性を明らかにし、活動空間の配置方法と空間の基本的な型を示した。また、各活動空間を分節・接合する「移行帯」（図4中にその一部を示

す)とでも呼べる要素の存在を発見し、微高地や段差等の形態によるものと乾湿や河床材料の変化等のテクスチュアによるものがあることを明らかにした。

4. 非決定的なデザイン手法

自然の河川は、構造物のようなはっきりとした形をもっているものではない。水辺は水の辺りであり、本来的には境界が曖昧な領域である。揺れ動くその曖昧さを一度にすべて決定づけることは、設計上かなり無理がある。自然の姿・形に範をとるならば、むしろある程度の冗長性を設計に取り入れることが理にかなっているといえよう。これを先に示した自然の河川の姿に範をとった河川空間のデザイン手法でみると、河川空間デザインの方法として、まず「河川景観の全体像を設定し、それに基づいてデザインパートを配置し」、その上で「形を見極めながらデザインパートのすり合せを行う」という、日本庭園の布石にみられるようなあらかじめすべてを決定するのではなく、条件がそろったところで決めていくという非決定型のデザイン方法が成立可能といえる。これは、目標とする河川の姿の大要を見極め、その後順次要所となる部分から決定していくというデザインプロセスである。構造物設計とは異なり、形がはっきりとしないものを設計するのだからこそ、水の流れがつくるような細かな地形のアンジュレーションや樹木の見立てや配置等は、施工中のデザイン監理の段階まで決定を遅らせる方が身体感覚的に優れた河川空間形成が可能となると考えられる。

5. 自然の河川の姿に範をとった非決定的なデザイン手法の適用

本研究では、筆者の一人が実際にデザインを行う機会を得た建設省福島工事事務所の整備事業である阿武隈川（福島市）の例を通じて、このような考え方に基づく河川空間デザインの方法論の適用を試みる。

(1) 河川景観の全体像の設定(整備方針の設定)

設計対象である渡利地区は、福島市の顔のひとつである福島県庁付近の右岸側の延長1.3km、川幅約200mの区間である。対岸の隈畔地区は、歴史性と都

市性の両面を併せ持つ良好な水辺空間であるのに対し、背後に住宅地が広がる渡利地区は、周辺に自然に形成された河原が広がってはいたが、大部分は河岸にヤナギが自生し、平均水位よりも2-3m高い造成盤上にヨシやオオブタクサ等の高茎草本が生い茂る利用も困難な荒れた印象の場所であった。

河川景観の全体像のモデルには、先に示した河川景観のモデルのひとつである河原景観タイプを用いることとした。これは、施工区間付近の自然の河原の状況が水際から緩やかな起伏をともなって堤防へと至っていること、水際にヤナギの分布がみられることなど、河原景観タイプの特徴をよく残していることに加え、当該区間の河床勾配（約1/1000）がセグメント的に河原景観タイプが成立し得ると考えられるからである。

(2) デザインパートの配置・組合(施工前の設計)

この全体像をもとに、既にデザインパートとしての知見を得ている河岸・寄洲の自然の水辺の形や活動空間の特性を活用し、空間としての組み立てを行う。河川微地形の設計対象物への適用性とデザインパートとして利用する主な空間の型は、先の研究成果を応用し、図2³⁾及び図3⁴⁾に示すとおりとした。

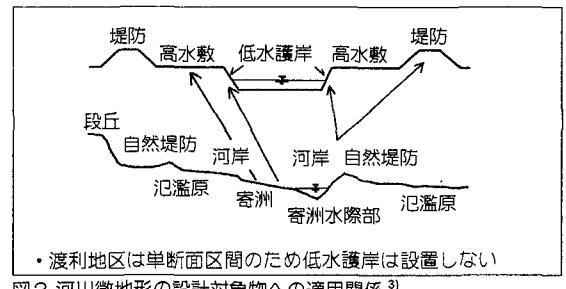


図2 河川微地形の設計対象物への適用関係³⁾

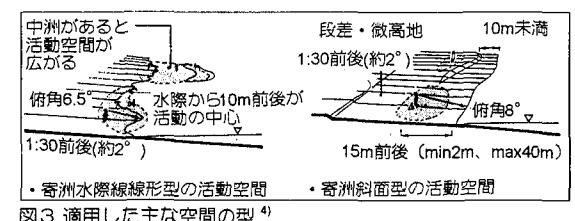


図3 適用した主な空間の型⁴⁾

①概略的な盤高の設定

河川の場合、通常高水敷や堤防天端の計画盤高が定められており、そのため従来の河川整備では一様平坦な高水敷が形成されがちであった。自然の河川

にこのような一様な地盤は存在しない。自然の河川の姿に範をとったデザインの特徴のひとつは、水際や高水敷の利用や自然の扱いを先の全体像をもとに設定し、当該河川の水位記録等をもとに、それぞれ最適な盤高を求め、水際から高水敷を経て堤防に至る地形のレベル変化を創出することにある。

渡利地区では、(1)で示した全体像を基に、図2、図3の知見を応用して、対象区間の平均水面標高57.4m、年最大流量時の平均水面標高約60m、堤防天端標高65mの関係を考慮し、まず空間全体として図4に示す活動と対応した低中高の平坦ではない3つの基本盤を概略的に設定した。

低位盤は、平均水位に近い標高58m前後の盤、中位盤は確率的に年に1度は水が上がる標高60m前後の盤、高位盤は年に1度の確率では水が上がらない標高61.5m前後の盤である。低位盤は、図3に示すように水際線から10m程度の範囲に人々の親水活動に利用される礫主体の寄洲的な空間とヨシの新たな生育空間、中位盤は水際線から20m～30m程度の範囲にピクニックや野草つみ等の活動や親水活動を眺める空間、高位盤は安全に散策を楽しめる空間を想定した。このうち、低位盤は、基本的には維持管理を行わない空間であり、中高位盤は人々の利用に合せて、現在住民主体で草刈り等の維持管理を行っている空間である。

②移行帯を活用した盤の配置

次は、これら3種の盤高の空間を移行帯の概念（前述した活動空間を分節・接合する要素。図4参照）を活用して配置する段階である。盤高の異なる空間の配置を決定することによって、目標とする河川の全体像の概略を定めると同時に、粗造成工事に必要な情報を得る。

盤の配置は、水際や盤面の縦断的な出入りを定める移行帯、地表の材料や植生等の水際との比高や距離を表象する横断的な移行帯、丘や段差等の空間相互を面的に関係づける移行帯を活用して行なった。図4は、盤面の配置を模式的に示したものである。

河川空間整備における通常の設計は、すべてを決定するが、ここでは基本的な盤高とその空間配置のみを決定している。これは目標とする河川空間の姿を皆で共有し、第1段階の施工（粗造成）を行う上で必要十分な決定である。地形や樹木の表情が大切

な設計であるからこそ、より細かな決定はこの段階で決定する必要は必ずしもない。

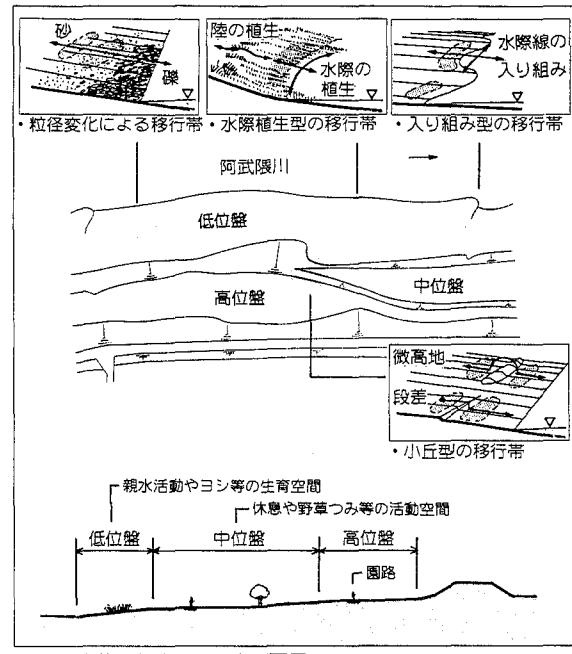


図4 基本的な盤高とその空間配置

(3) デザインパートのすり合わせ (施工中の設計)

自然の河川の姿に範をとる河川空間のデザインの特徴のひとつは施工時におけるデザインパートのすり合わせである。ここでは、隣合う空間の境界部の調整、既存樹木のデザイン的扱い、見試しの3つについて述べる。

①隣合う空間の境界部の調整

都市の中心部など、人々によく利用される場所では、上記の通常のデザインに加え、隣合う空間の境界部の調整がデザイン上大きな意味を持つ。これは分節と接合によって認識される空間の身体的な感覚が利用者にとって特に重要となるからである。境界部のディテールデザインの基本は、空間の落ち着きと変化を感じられるようにすることである。これは空間と空間の関係性のデザインであり、空間相互の融和的関係を生み出すことをその目的とする。

渡利地区の場合、先に配置した移行帯のディテールと、空間と空間との境界部に現れる視覚的な稜線の扱いが空間を分節・接合する上で重要なことが整備を通じて明らかとなった。

具体的には、高さの異なる盤によって区分される2つの空間をその法肩を漸次的に低くし、全体に緩

やかな勾配を有するひとつの斜面とする方法が、2つの空間を違和感なくひとつの空間に統合し、空間相互の融和的関係を生み出す上で効果があった。また、図5に示すように視覚的稜線による「こここの空間」と「あそここの空間」という2つの空間としての認識と、「連続したひとつの空間」としての認識の両義性が空間相互の融和的関係を生み出す上で効果的であった。

これらの空間境界部のディテールデザインは、全体の地形のアンジュレーションの文脈の中で如何に美しく見えるかを考慮し、空間の身体感覚としての居心地の良さを現場で実際に確認しながら、施工前には予め決めがたい、微妙ではあるが空間全体への影響の大きい数10cm程度の地形の操作を施工者に指示したものである。施工時において、形の洗練化を図る対応を行うからこそ、居心地の良い空間形成が保証できるといえる。

このようにすることで、写真1に示すようにはじめて自然の河川のように水位の変動に応じて水際線の形が変化して見える水辺空間が得られる。これは通常の河川整備においては得られない景観的効果である。

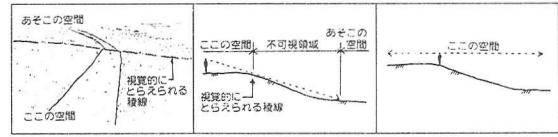


図5 視覚的な稜線

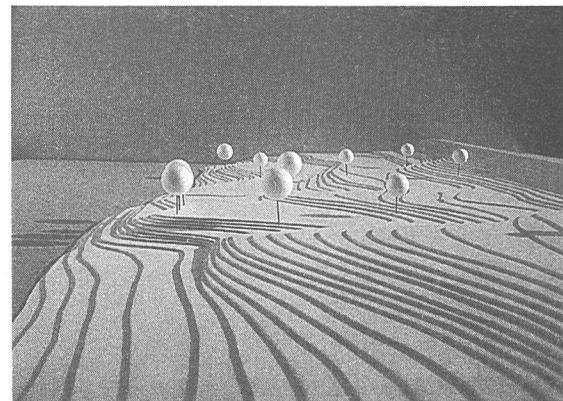


写真1 水位変動に応じた水際線の変化（模型）

②既存樹木のデザイン的取り扱い

樹木は、空間を分節・接合し、空間の印象を高める要素としてその姿・形がきわめて重要である。し

かし、渡利地区もそうであるように既存樹木には株立ち状のものも多く、一本の樹木として株分けが可能であるか、またその際にどのような姿・形の樹木となるかなど、施工時にはじめて分ることが多い。写真2と写真3は、水際に存在する樹木を現場で見立てて、水際に樹木を残しながら、適宜高水敷上に移植した状況を示している。これらは、主要な視点場からの眺め、活動空間における身体的な居心地の良さ、園路上のシークエンス、そして地形の起伏とのバランスを考慮して現場でデザイン、移植したものである。また、移植においては、既存樹木との枝振りのバランスを整えるため、数本の樹木をまとめて植えて株立状の移植しない既存樹木の姿との脈絡を持たせている。

今回の整備を通じて、既存樹木については施工の進捗にあわせて、適宜その株分けと樹木の見立てを行い移植することがデザイン上有効であることが分った。これによって、空間構成要素としての樹木にはじめて姿・形の良さを与えることができ、樹木を中心とした空間に融和的な関係を持たせ得る。

③見試し（みためし）

見試しは、河川工事に際し、流れの作用によって周囲に起こる洗掘や堆積等の状況を踏まえて、必要に応じて構造物の形や配置を見直すというかつての河川整備の考え方のひとつである。渡利地区においても小洪水時に既存樹木周辺での局所的な流れの作用による部分的な形の変化がみられ、見試しの大切さを改めて確認することができた。このような形の変化は、水理学的にも予測困難であるため、見試しによって適切に修正を図ることは、その場所ならではの水辺空間を形成する上で重要な方法である。また河川の形に範を置き、水の影響を加味したデザインであるからこそ、大切な行為である。

渡利地区においては、河岸の既存樹木の根元から約1m程度水位が上がった小洪水時に、樹木周辺での流れの状況や草の倒伏の状況を確認し、樹木周辺で流れがスムーズとなるようにやや壅んでいた樹木背後の地形を盤高で約50cm程高めたことと、樹木根元部の河原石による補強の合計2回の見試しを実施した。この後は、洪水時に大きな地形の変化がなく、安定した状態を保っている。

7.まとめと今後の課題

本研究では、河川ならではの多様な魅力を有する河川空間を実現可能とするデザインの方法論として、自然の河川の姿に範をとる非決定的な河川空間のデザインの方法を示した。また、これまで、設計当初にすべてを決定する行為がデザインといわれてきたが、形を見極めながら詳細を定める非決定型のデザインが成立し得ることを例証し、そのデザイン的効用を示した。

今後の課題として、自然の河川の姿のプロトタイプの充実、デザインパートの充実とそのスケールディメンジョンの統計的把握、実際の整備を通じたデザイン例の充実とデザイン論としての検証の充実等の諸点がある。なお、一連の研究にあたっては、東京大学土木工学科篠原修教授に総括的ご指導を賜った。木曽三川での調査、渡利地区での整備においては、建設省木曽川下流工事事務所並びに福島工事事務所の関係各位にご理解とご協力を頂いた。また、御代田和弘君、鈴木紀子さんには論文作成の協力を頂いた。紙面を借りて謝意を表します。

<参考文献>

- 1) 山本晃一、沖積河川学、山海堂、1994
- 2) 木曽三川下流部河川景観検討業務委託、建設省木曽川下流工事事務所
- 3) 篠原、伊藤他、河川微地形の形態的特徴とその河川景観設計への適用、土木計画学研究発表会論文集、1986
- 4) 伊藤、長谷川他、河川風景主義からみた河川活動空間と景観設計手法、土木計画学研究発表会論文集、1987



写真2 保全樹木が水辺を引き立てている渡利地区の全景

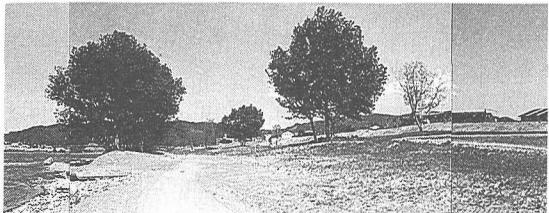


写真3 緩やかな起伏と樹木配置とのバランスがとれた
渡利地区における水辺空間のデザイン

6. 自然の河川の姿に範をとった非決定的デザインの方法論的特徴

自然の河川の姿に範をとる非決定的河川デザインの最たる特徴は、施工の段階にまでデザイン行為が及ぶことであり、その効用は次の3点にある。

- ①単なる多自然型河川工法とは異なり、河川空間全体として自然的な印象の空間づくりが可能であること。
- ②あらかじめ決められない事項や施工時に発生する不測の事項に対応可能となること。これは近年デザイン監理として認められつつある行為を既に内包していることを意味する。
- ③精緻な設計精度が要求されるアンジュレーションのデザインを施工の進捗にあわせて行うことで、身体感覚的に居心地の良い河川空間形成を保証し、かつ当初設計の負荷が軽減されること。

自然の河川の姿に範をとった非決定的なデザイン手法による河川空間整備

伊藤 登 天野 光一

本研究では、河川ならではの多様な魅力を有する河川空間の実現を可能とするデザインの方法論として、自然的な河川の姿に範をとる河川空間のデザインを提示するとともに、このデザインを適用するデザイン手法は施工の進捗に合せてデザインを実施する非決定型のデザインであることを示した。また、これらの方針論を阿武隈川の福島市渡利地区に適用し、そのデザイン的効用を明らかにした。

On this study, we present the river space design method referred to the natural river forms, aiming to realize river original various charms. This method can be called non-concluded design method, and one characteristic of this method is to decide river forms by steps of progress of construction. And through a concrete example, at Watari district of Fukushima city in Abukuma-river, we confirmed a validity of this method.