

コンセプチュアルデザインによる もたれ式擁壁のシステム開発

関 文夫¹・内田 隆²・有川 徹³・前田 冴子⁴

¹正会員 大成建設(株)土木本部土木設計部(〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1)

²正会員 工修 大成建設(株)横浜支店(〒220-0012 神奈川県横浜市西区みなとみらい 3-6-3MM パークビル)

³正会員 大成建設(株)横浜支店(〒220-0012 神奈川県横浜市西区みなとみらい 3-6-3MM パークビル)

⁴大成建設(株)横浜支店(〒220-0012 神奈川県横浜市西区みなとみらい 3-6-3MM パークビル)

もたれ式擁壁は、その構造特性から表面が傾斜しており、施工時のコンクリート表面の豆板による品質の課題、足場の組み替え等による複雑な作業工種の増加、擁壁背面の排水孔からの排水による汚れ、天端からの雨水の流入による汚れの付着など、施工方法、景観的課題を有している構造物である。そこで、これらの課題を解決するために、擁壁周辺のコンセプチュアルデザインを行い、全体空間の中で擁壁の位置づけを明確にし、利用性、構造、施工、材料、景観、造形、ディテール、コストを総合的に検討している。ここでは、実際のプロジェクトで、コンセプチュアルな視点から基本システムを構築し、設計のシステム化、施工のシステム化を図り、多機能のシステム開発の考え方、施工の各種効果について報告する。

キーワード：擁壁、コンセプチュアル、デザイン、プレキャスト、コンクリート、埋設型枠

1. はじめに

もたれ式擁壁は、道路構造物、宅地開発で、よく用いられる擁壁である。構造特性から表面が傾斜しており、施工時のコンクリート表面の豆板による品質の課題、足場の組み替え等による複雑な作業工種の増加、擁壁背面の排水孔からの排水による汚れ、天端からの雨水の流入による汚れの付着など、施工方法、景観的課題を有している構造物である。ここでは、大学のグラウンド周辺を取囲む擁壁構造物に焦点をあて、グラウンド全体のリニューアルデザインとして、コンセプチュアルデザインを行った。このコンセプチュアルデザインは、1996年に、IASSの国際会議¹⁾で提唱されたもので、構造、材料などのエンジニアリングを主体として、利用性、景観、造形、材料、コスト、ディテールを総合的に検討する設計手法である^{2),3)}。ここでは、ものづくりの原点に立ち戻り、コンセプチュアルな視点から擁壁と周辺環境の関わりを整理し、設計として何を考えるのかを事例を通じて検討し、設計のシステム化、施工のシステム化を図り、多機能のシステム開発の考え方、施工の各種効果について報告する。

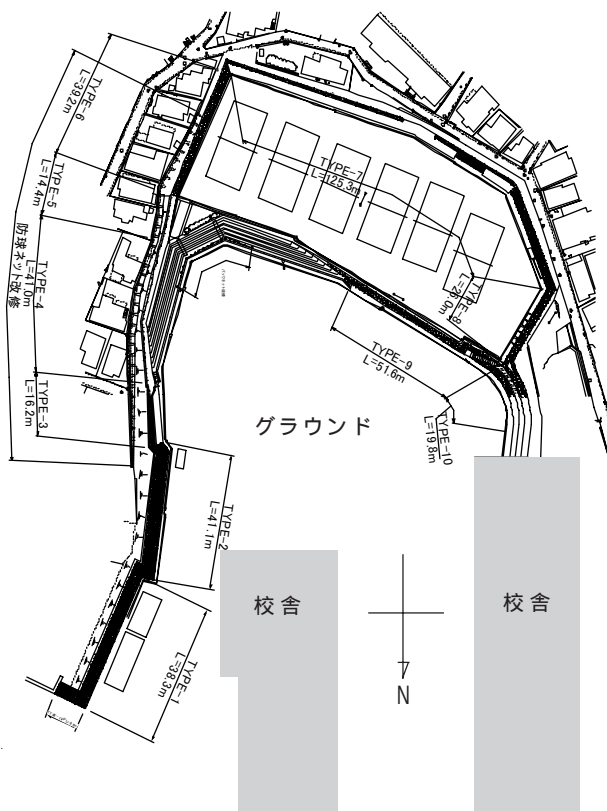
2. プロジェクト概要

(1) プロジェクト概要

横浜市内にある大学のグラウンド周辺の擁壁は、1960年代に施工された高さ約10mのもたれ式(ブロック積み)擁壁で、グラウンドをコの字状に囲み長さ約420mを有する(図-1)。現状の土地利用は、周辺に住宅が建てられ、住宅地との境界にテニスコート、グラウンドが残された窪地のような印象となっている(写真-1)。また、グラウンドは、新しい校舎が建設され、長方形のグラウンドが歪な形状となっている他、テニスコートとグラウンドを繋ぐ動線が、擁壁沿いに歩くなど利用性が悪いなどの課題を有していた。

今回のプロジェクトの目的は、耐震性能の向上を目的に行われたが、擁壁の強度的な補強だけではなく、グラウンド全体のリニューアルを目的とし、快適なグラウンドが求められている。擁壁構造物を主体に、テニスコート、グラウンドの一体感が要望されているデザインが期待された。

さらに、学生の利用期間の関係から5月～8月の期間に施工し、夏休み中に一部竣工するといった急速施工が求められた。



寸法線が擁壁の範囲(TYPE-1～TYPE-10 約420 m)

図-1 既存グラウンドと擁壁構造物



写真-1 既存擁壁構造物と周辺環境

(2) 現状の課題

a) グラウンド利用状況

グラウンドは、校舎造築のため、歪な形状のグラウンドとなり、野球の応援スタンド、ダッグアウトは機能していない。また、グラウンド形状は、L字状をしているために、各種競技がフルサイズでの練習が困難であり、学生が創意工夫して利用している状況である(図-1, 写真-1)。

b) 利用動線

テニスコートへの利用動線は、擁壁沿いの幅の狭い階段または、細い通路を利用しており、不安な



写真-2 擁壁沿いに歩くテニスコートへの動線



写真-3 擁壁構造物とテニスコート

印象を受けるだけではなく、壁面の汚れから不快な印象も受ける(写真-2)。

c) 擁壁の圧迫感、囲曉感

テニスコート、グラウンドに対して、高さ約10mの擁壁が取り囲むために、プレイヤーに圧迫感、囲曉感を感じさせるものとなる。

d) 埃、擁壁の汚れ

周辺の住宅地と近接しているため、テニスコート、グラウンドの土埃が課題となっていたり、擁壁構造物の汚れの付着、植物の繁茂などから、不快な印象を与えていた(写真-3)。

3. コンセプチュアルデザイン

(1) コンセプチュアルデザインの概念

土木構造物の設計は、工学的要因の改善案と、コストの関係のみが比較され、その評価価値としてどうか検討されている例が多い⁴⁾。

ここではものづくりの原点に立ち戻り、設計の中で伝えなければならないコンセプトを大切にしながら、景観、空間、造形、ディテール、構造、施工性、材料の総合的観点から設計するコンセプチュアルデザインを展開した(図-2)。

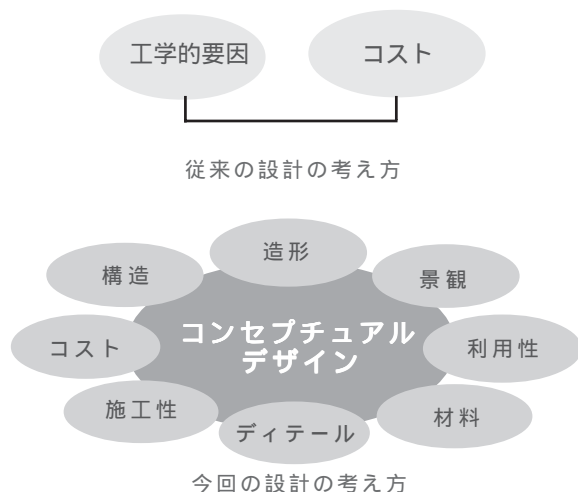


図-2 コンセプチュアルデザインの概念

「利用者に伝えたいことは何か」。ここでは、グラウンドを利用する学生、大学職員、周辺住民、来場者を対象者とし、老朽化し暗いイメージのコンクリートと土で覆われていたグラウンドを、明るく、賑わいのある環境へ再生するために、何をする必要があるかを多角的な視点で検討し、コンセプトを打ち出した。

(2) コンセプト

グラウンドという施設は、声、汗、涙と共に思い出としてすり込まれ、学生時代の心象風景となるものである。過去の学生にはグラウンドに思い出があり、これから学生にはグラウンドの思い出が生まれる。ここでは、過去の記憶を継承しながら、新しいグラウンド空間を如何にリニューアルするかが課題となった。

レベル差のある2つのグラウンドに対して、地形に合せながら広場と通路を計画することで、溜まりの空間と眺める空間を形成し、グラウンドを視線が包み込む空間とした。建築物である倉庫棟は、倉庫という機能だけではなく、第三のグラウンドとして、ゴルフ練習場、ブルペンとして計画され、ゴルフ練習場からもグラウンド全体を眺められる空間を構成した。各グラウンドと広場、通路からは、利用者の視線と会話、歓声が交差し笑顔と賑わいの場となるよう設計している。

(3) デザインの特徴

デザインの主な特徴と擁壁デザインの考え方を次に示す(図-3)。

a) 記憶を継承するためのデザイン

過去の記憶を継承するために、既存樹木を残し、擁壁、スタンドを含む地形の形状をそのまま残しながら広場を構成し、旧グラウンドの風景と新たなグラウンドの風景をつなげる要素とした。

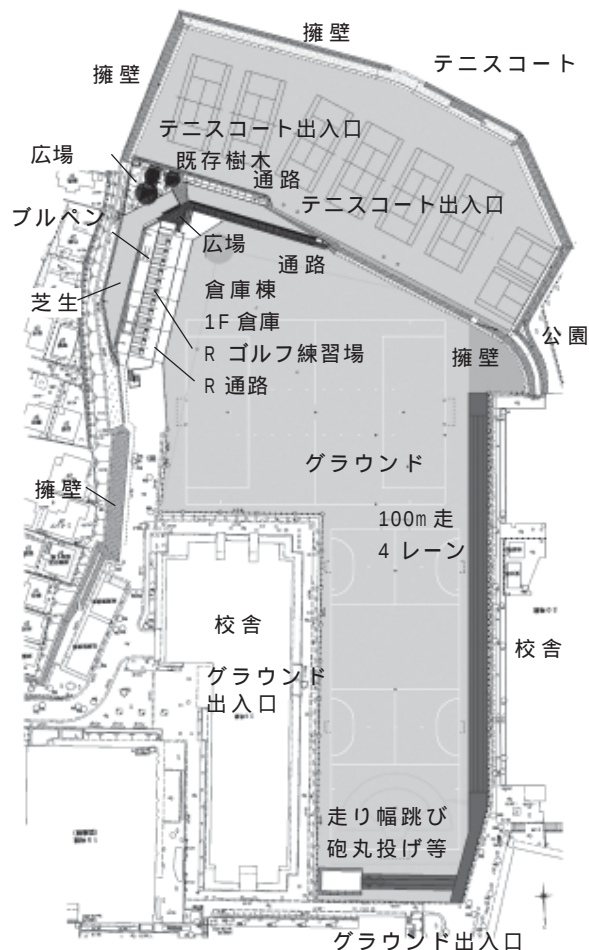


図-3 グラウンドのリニューアル計画平面図

b) 擁壁デザイン

外周を構成する擁壁は、視覚的な印象も強く、印象に残りやすい構造物である。過去の擁壁は、汚い、圧迫感、不快といったマイナスのイメージが大きく、ここでは、マイナスのイメージを払拭し、快適な印象が長期的に残るデザインを目指した。

c) テニスコートへの明快な動線と2つの広場

テニスコートへの動線は、正面の通路、階段から直接入れるようにし、溜まりの空間として、テニスコート脇と階段下に2つの広場を設置した。

d) 多彩な通路

倉庫棟ゴルフ練習場とスタンドに新たな通路を設け、グラウンドを取り囲むように設置した。賑わいを演出するだけではなく、雨天時の避難場所としても利用できるように配慮している。

e) 多彩なグラウンドアレンジ

グラウンド内で、多様な種目に対応できるようにアレンジしている。100 m 走路 × 4 レーンの他陸上競技6種、サッカー、フットサル、ソフトボール、ラクロス(男女)、硬式野球、アメフト、テニスコート(硬式、軟式)などの練習に対応可能な配置としている。

4. 擁壁のデザイン

(1) 基本構造

擁壁の基本構造は、ボーリングデータを基にタイプ分けを行い、2つのタイプに分類した。1つめのタイプは、テニスコート周辺の土質で、図-4に示すように、ローム層を中心に比較的安定しており、 $Lm1 : C=55.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ $Lm2 : C=70.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ という値であった。2つめのタイプは、写真-4に示すように、過去にブロック積み擁壁が崩壊している。そのため、復旧の一部が盛土構造となっているため脆弱な地層が混入している状態である。

地震時の安全率に配慮し構造設計を行うと、1つめの擁壁部では、既存のブロック積み擁壁の前面に基部で約1.1m、上部で0.2mの増打ち構造(1:0.4)となり、2つめの擁壁部では、杭基礎構造となり、基部で約1.8m、上部で0.2mの増打ち構造(1:0.6)となった。

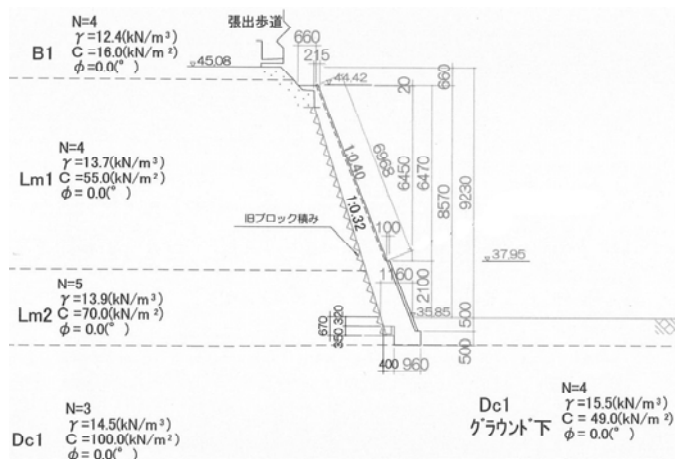


図-4 擁壁断面図

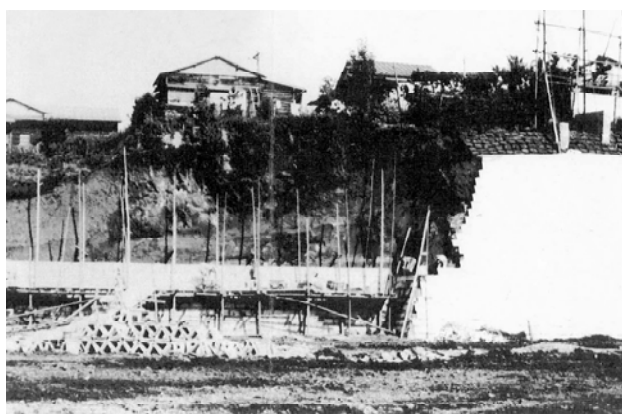


写真-4 ブロック積み擁壁の崩壊(昭和37年)

(2) 景観、空間、造形、ディテール

a) スケールと空間

高さ約10m、延長200mの擁壁に対して、面を腰壁部と標準部に分割し、スケールの分節を図り、圧迫感の低減に配慮した(図-5)。

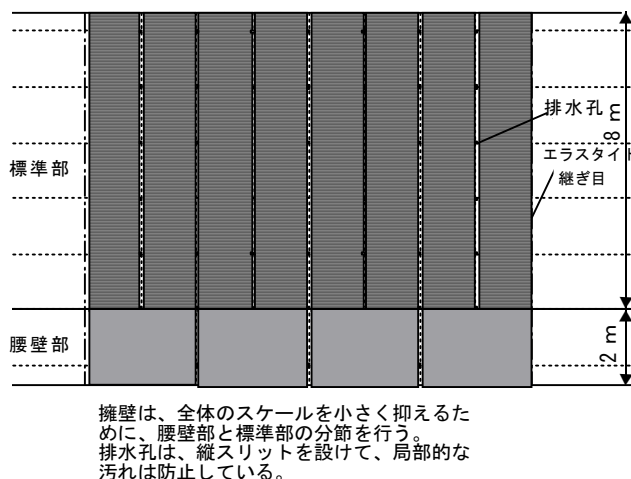


図-5 擁壁のデザイン

b) 造形と壁面の表情

単調な壁面のスケールを分節するために、腰壁部と一般部の2つに分節を図り、表層は、ノミ切りと打放しの2種類の表面仕上げとした。

テニスコートでは、ボールの視認性を向上させるために腰壁部を設け、2mピッチに縦溝を設け、表面はマットな仕上げで低彩度の塗装を施している。標準部は、1mピッチに縦溝を設け、その溝に背面からの排水孔、伸縮目地を設置している。ノミ切りの表面仕上げは、約17mmの凹凸であるが、その造形が繊細に光を受け止めるため、溝の方向によって壁面の陰影が異なり、全体に大きな縞模様が現れるように配慮した(写真-5)。

グラウンドでは、腰壁部はなく、ボール接触などの関係から、打放し面とし、排水の溝を用いたシンプルなものとしている。

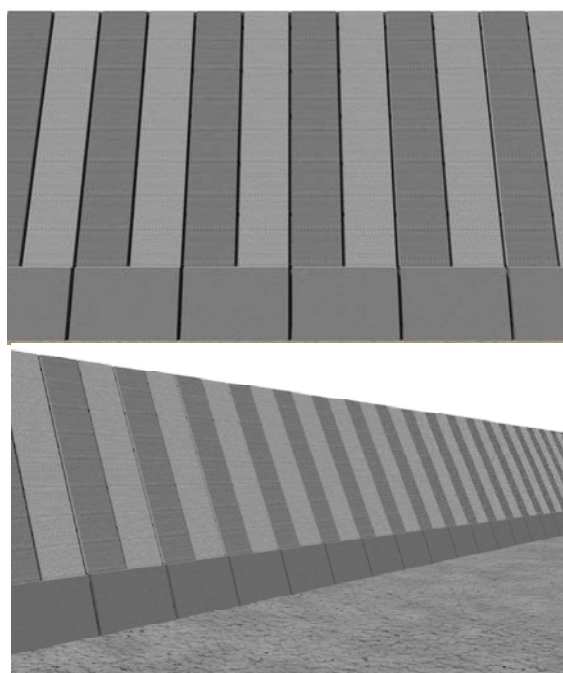


写真-5 CGによる検証(上:正面、下:斜め)
(テクスチャの陰影によって縞模様が現れる)

c) 水仕舞いとディテール

テニスコートのノミ切りの表面仕上げは、全体に表情を与えるだけではなく、全体の局所的な汚れを防止するために、排水関係の水仕舞いに配慮したものである。排水孔からの排水は、縦溝の中に誘導され、外部へ拡散されることのないように配慮され、天端の水は、中央のスリットに誘導され、腰壁部の水も凹部に誘導されながら流れるように設計されている(写真-6, 図-6)。

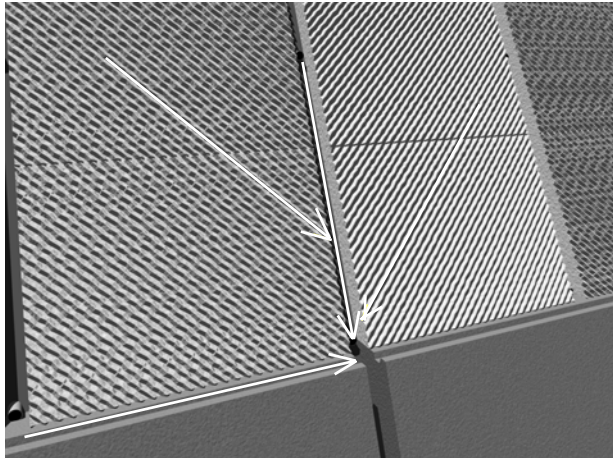
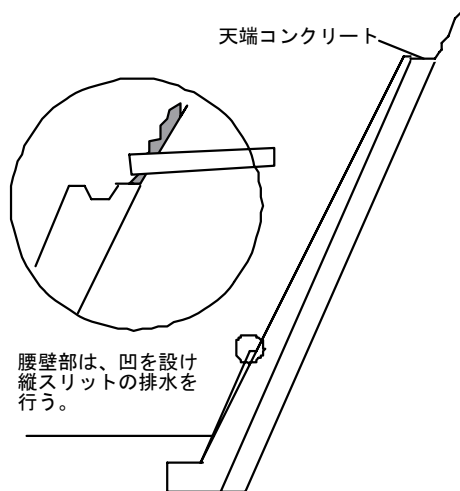


写真-6 CGによる検証（排水及び表面水の水仕舞い）



下からH=2.0m部分は、仕上げを変えるだけではなく、形状を明確に凹凸を設ける。

図-6 水仕舞いの考え方

(3) 材料、施工

基本デザインを実現するために、材料、施工の観点から考察を加えた。

a) 表面勾配から生じる豆板

1:0.4等の勾配を有するコンクリート上面は、伏せ型枠となるのでコンクリートの表面に豆板が生じやすい。

b) 足場、型枠の組み替えの煩雑さ

勾配のある壁面に設置される足場は、通常の足場部分と勾配部の足場部分と施工するため、複雑な足場構造となる。また、コンクリート打設後に、

型枠を脱型するには、足場を一度外す必要が生じるため、足場の組み替えが必要となり、施工効率が悪い。

c) 型枠の固定

固定するために、型枠背面に鋼材を設置し、位置決め、はらみだし防止等を行うため、鋼材設置が面倒になるだけではなく、型枠設置時に足場も完成させておく必要がある。

d) 目地割

もたれ式コンクリート擁壁は、ひびわれ等の関係から10m程度に1箇所程度、収縮目地が必要となるが、収縮目地材が波打つような形状となる。

e) 排水パイプ

排水孔は、φ75mmを3.0㎡に1箇所設置するように規定されており、孔も大きく数が多いため、目立たない処理が重要である。

f) 急速施工

テニスコート周辺の約2,000㎡を5月～8月の4ヶ月で急速施工する必要がある。

(4) コスト

これらの課題を解決するために、本プロジェクトでは、プレキャストコンクリートの埋設型枠を利用することを考えた。

一般にプレキャストコンクリートは、コストが課題とされるが、急速施工という条件下であること、複雑な工種を削減できること、簡易式の山岳道路用の足場を利用することで、概算では、現場打ちもたれ式擁壁と比較して、若干のコストダウンが可能であった。

5. 擁壁のシステムの開発

(1) 設計システム

プレキャストコンクリートの埋設型枠とデザインにより、システム化することとした。

その形状の発想は、2枚の壁と一枚ずれた(シフトした)第3の壁である(図-7,8)。

これまで、もたれ式コンクリート擁壁の課題である、目地材の露出、排水孔の仕舞い、表面の豆板等の改善の他、現地でのおさめを容易にするため、直線、曲線、屈曲部などの配置に順応した構造システムを開発した(図-9)。

これまでの埋設型枠では、現地で小端や、場所打ちコンクリートなどの調整が必要となったが、このシステムでは、シフトした壁により、一切不要である。事前に、割付け図を作成し、現地の測量と

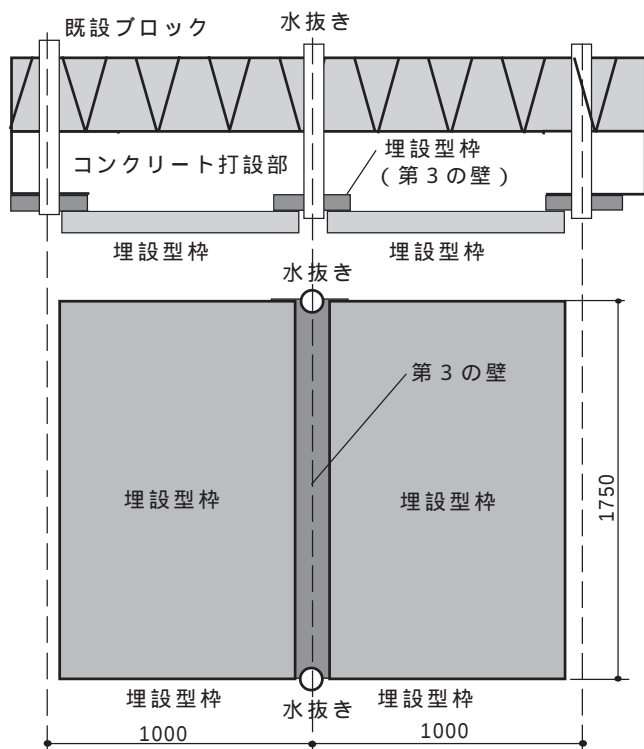


図-7 新しい基本構造システム（平面図及び立面図）

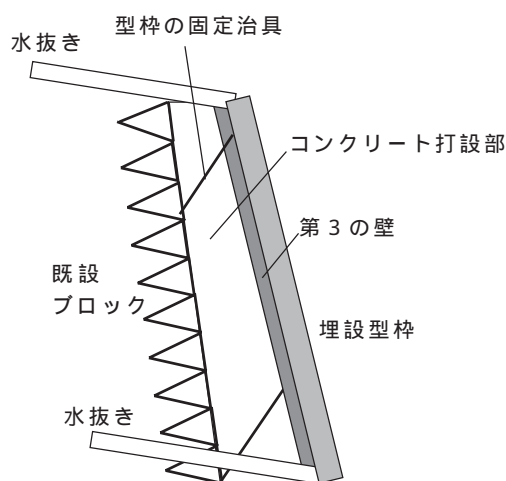


図-8 基本構造システム（断面図）

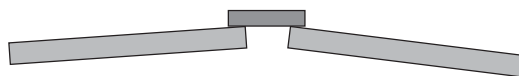
照合させながら、現場での場所打ちコンクリートが生じないように配置した。曲線部では、台形型のパネルを用いて、溝幅が一定になるように工夫したり、おさめの形状に配慮している。写真-7に直線部、屈曲部、曲線部、端部のおさめの例を示す。

また、表面仕上げ等は、設計者の意図に合わせて自由に配慮できるようにし、ここでは、システムのみを開発している。テニスコート周りは、ノミ切りの表面仕上げとしたが、グラウンド周りは、ボールが接触するので、打放しの表面仕上げとしている。

直線配置



曲線配置



屈曲部配置

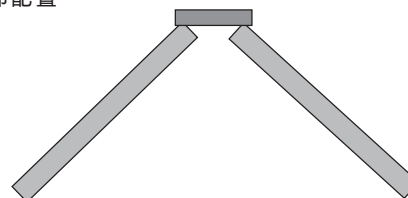


図-9 新しい基本構造システム（配置方法）

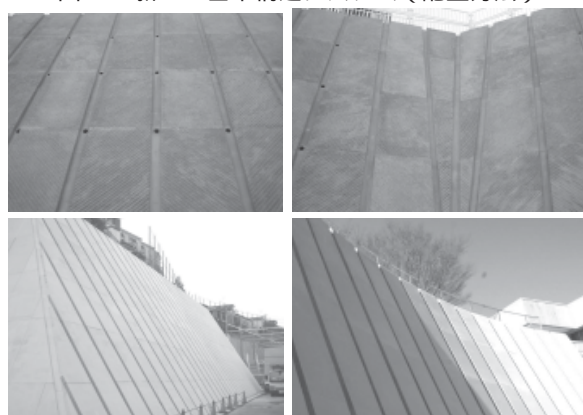


写真-7 プレキャストパネルのおさめ
（左上：直線部、右上：屈曲部、
左下：端部、右下：曲線部分）

（2）施工システムの開発

従来の工法では、ユニット足場の他に、壁面の勾配に合わせた特殊な足場を構築し、コンクリート打設後に、型枠脱型のために特殊な足場を一度撤去して、再度足場の組立となる（図-10、11）。ここでは、型枠の脱型がないこと、足場の組み替えがないことから大幅な施工改善を図っている。最大の特徴は、プレキャストパネルのサイズを山岳道路等で利用されている軽微な足場と合せることで、足場の組み替えがないシステムとしている（図-10、12）。

さらに第3の壁の隙間から様々な作業が行え、1ユニット（11.4m × 1.75m）の施工サイクルは、従来システムでは7日間必要であったものに対して、3.5日まで短縮可能となった。コストもプレキャスト型枠は、現場打ちコンクリートと比較すると高価なものとなるが、簡易な足場システム、型枠固定の鋼材の減少、工種の簡略化、工期短縮により3.5%程度（当社比）のコストダウンを実現した。施工状況を写真-8～写真-10に示す。

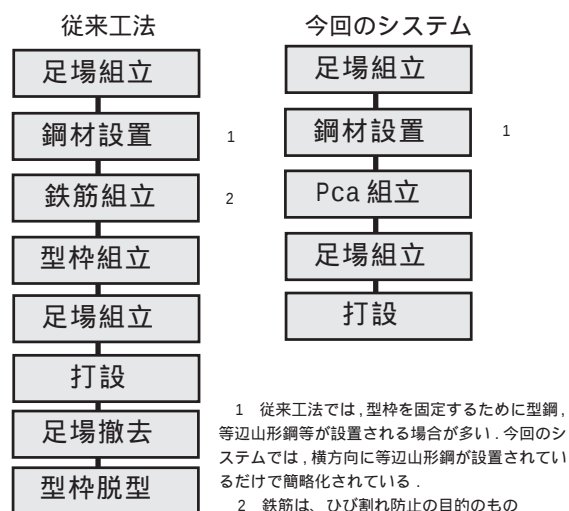


図-10 施工フローの比較

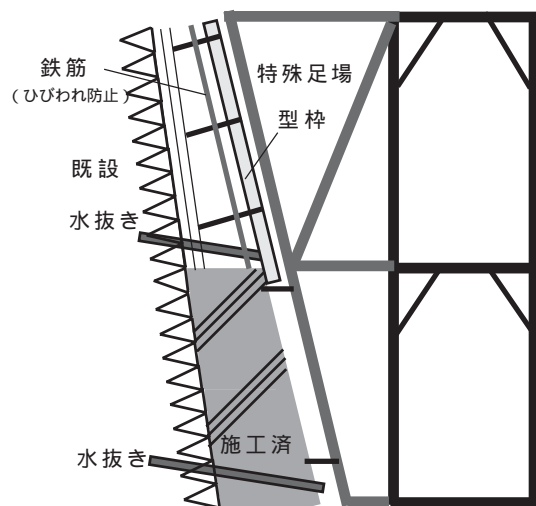


図-11 従来の型枠工法によるもの

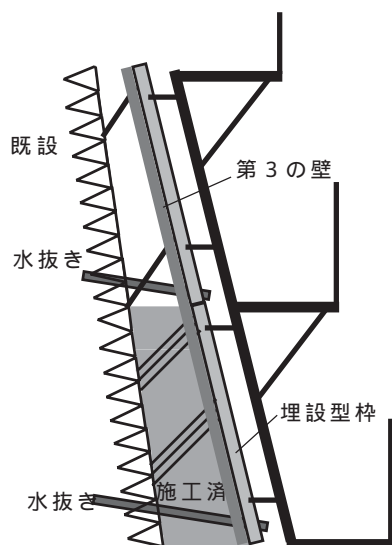


図-12 今回の埋設型枠システム



写真-8 パネル設置時（足場は基部のみ）



写真-9 プレキャスト型枠と第3の壁の設置状況



写真-10 簡易足場とプレキャスト擁壁設置状況

6. 完成したもたれ式擁壁とグランド

(1) 擁壁

テニスコートに立ち、周辺の擁壁を見回すと、見る方向によって擁壁の印象が変化し、ストライプが力強く見える方向、ストライプが徐々に消えグラデーションがある方向など様々な表情を感じることができる(写真-11)。また地域住民の視点で、周辺の道路から眺めると、これまでの無機質なプレーンな擁壁と異なり、様々な表情をもち、全体が明るい印象となった(写真-12)。



写真 -11 擁壁の陰影と表情（左が濃く、右が薄い）



写真 -14 グラウンドを眺める通路とベンチ



写真 -12 公園から眺めた擁壁と住宅地

(2) グラウンド

過去の記憶を継承しながら、新しいグラウンド空間をリニューアルする。過去の記憶を留めるために既存樹木を残し、階段状の地形は芝生の丘となったが、地形の形状は保全されている（写真 -13）。各グラウンドと広場、通路からは、利用者の視線と会話、歓声が交差し笑顔と賑わいの場となり、グラウンドの予約が数倍増えているという状況となった（写真 -14, 15）。

新しいグラウンドで、新しい記憶が始まり、コンセプトualにものを造る意味を再確認できたように思える。



写真 -13 倉庫棟と通路、擁壁を望む



写真 -15 既存樹を活用した広場

7. おわりに

このプロジェクトは、「擁壁の補強」から始まったものである。最終的には、「グラウンド全体の利用性とグラウンド環境の全体」をコンセプトualにデザインすることとなった。ものづくりの基本である設計という行為が、土木、建築、造園各分野の専門家により、枠を超えた数多くの議論となり、思慮深く検討されたものとなった。今回は紙面の都合で、擁壁を主体に報告したが、機会があれば全体のデザインを報告したい。

最後に、本プロジェクトにご協力戴きました関係各位に、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 12th International Symposium University of Stuttgart; Conceptual Design of Structures Vol.1,2, IASS,1996
- 2) Mike Schlaich: *Planning Conditions for Footbridges*, Footbridge 1th International Conference 2002
- 3) Mike Schlaich: *Guidelines for the design of footbridges*, Footbridge 2nd International Conference 2005
- 4) 関文夫: 土木設計家というものづくりの仕事, セムズ No.36, 2008