

渋谷駅東口駅前再開発に伴う渋谷川移設工事 について

ABOUT SHIBUYA RIVER RELOCATION IN THE SHIBUYA STATION EAST GATE AREA REDEVELOPMENT

吉村 幸丞^{1*}・井上 貴文²・森 正宏³・小野 浩之⁴

Koushou YOSHIMURA^{1*}, Takafumi INOUE², Masahiro MORI³, Hiroyuki ONO⁴

Shibuya River relocation work is carrying out for the Shibuya Station district rezoning project for pedestrian access improvement and disaster prevention. It considered that the difficulty in walking between station and east bus terminal by steps and slopes because Shibuya station is used by more than 1.5 million people per day. According to the mechanical improvement in the road lining and slab of the culvert, assumed 110cm step is eliminated and pedestrian access is improved in the work period. Moreover, safety measures taken for the sudden increment of water flow in Shibuya River as follows, support for the slab of the culvert supported by bracket attached on sidewall of the culvert, setting sensors for water level alarm system at the gate, and monitoring video camera in the culvert, and finally, the Shibuya River relocation work is completed one year ahead of the schedule safely.

Key Words : *Shibuya redevelopment, Shibuya river, pedestrian accessibility, inhibition of cross-sectional area of the river*

1. はじめに

渋谷駅周辺では、公共施設の整備改善と宅地の利用増進を目的として、東京急行電鉄株式会社を代表施行者と

して、平成 22 年度より渋谷駅街区土地区画整理事業を施行中である。このことにより安全で快適な歩行者空間の確保、交通結節機能の強化、錯綜する交通動線の改善により、災害に強い街となることが期待されている。

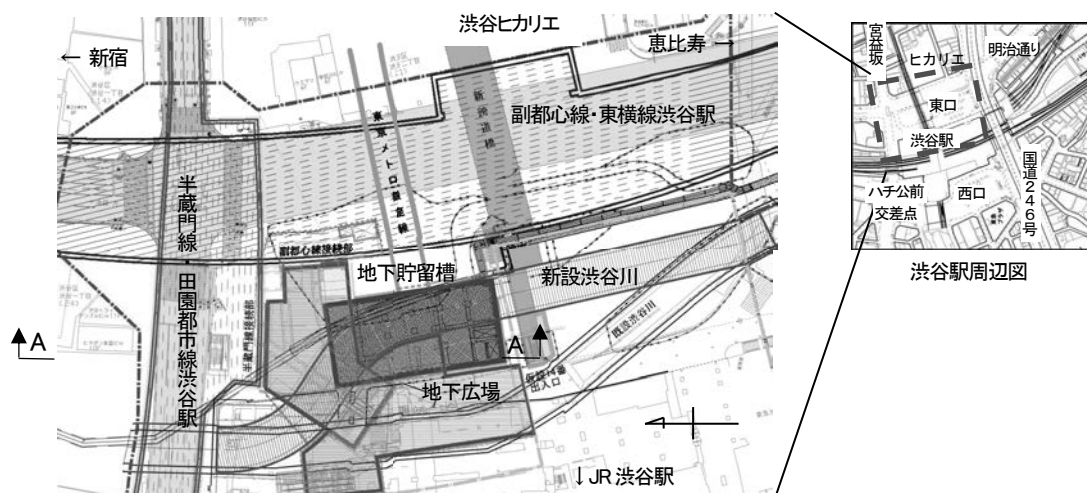


図-1 渋谷駅東口平面図

キーワード：渋谷再開発，渋谷川，歩行者交通，河積阻害

¹正会員 東急建設株式会社 首都圏土木支店 Civil project Metropolitan Branch, Tokyu Construction, co., Ltd. (E-mail:yoshimura.koushou@tokyu-cnst.co.jp)

²非会員 東急建設株式会社 首都圏土木支店 Civil project Metropolitan Branch, Tokyu Construction, co., Ltd.

³非会員 東京急行電鉄株式会社 都市創造本部 開発事業部 渋谷開発一部 Urban Development Division, Tokyu Corp.

⁴非会員 東京急行電鉄株式会社 都市創造本部 開発事業部 渋谷開発一部 Urban Development Division, Tokyu Corp.

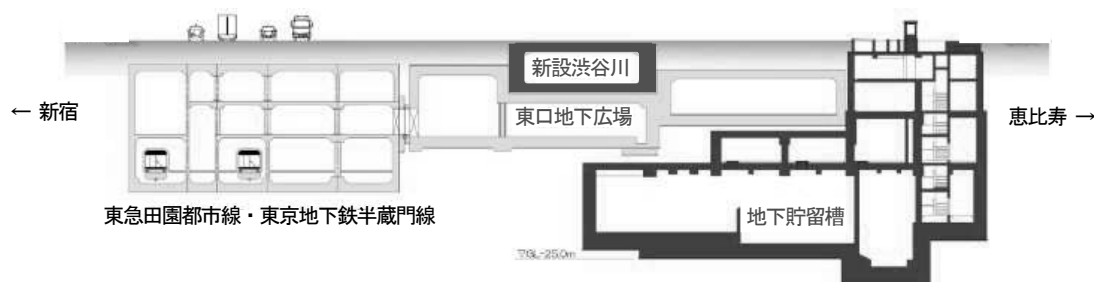


図-2 地下3施設断面図(A-A)

そのうち渋谷駅東口(図-1)においては、地下では地下広場、地下貯留槽、新設渋谷川の3施設(図-2)を整備し、地上では駅出入口の移設および仮設人道橋の架替えを行うとともに地上の駅前広場を整備する計画となっている。

地下広場は東急田園都市線・東京地下鉄半蔵門線および東急東横線・東京地下鉄副都心線渋谷駅と直結し、地上と地下とを結ぶ歩行者動線の機能向上を目的のひとつとして整備するものである。

また、地下広場の整備に伴い駅前の地下を南北方向に横断している渋谷川が一部支障となるため、駅前付近の延長 $L=165\text{m}$ 区間を河積を確保しつつ東側へ約 40m 移設する(移設にあわせ当該区間は河川から下水道へ移管)。

また、地下貯留槽は大雨時に集中する大量の雨水を一時貯留することで周辺地域を冠水から守る防災上重要な役割を担う地下施設であり 4000m^3 の貯留能力を有する。

本工事は1日約150万人が利用する渋谷駅前での工事であることから、工事中においても安全かつ快適な歩行者空間の確保は必須条件であり、降雨時の都市河川特有の急激な水位上昇に対する安全対策も最重要課題のひとつであった。さらに全体事業推進のためには工程短縮が最大の課題となっていた。本論では、こうした課題を解決しながら施工した、駅前直下における渋谷川移設工事に関わる計画、施工上の課題と対策について報告する。

2. 歩行者環境に配慮した施工計画の立案

渋谷川の移設位置は、駅前バスロータリー(以下、「バスロータリー」)直下に位置していることからバス

ロータリー全面に路面覆工を設置し、バスの運行を確保しながらその直下部にて構築を進める必要がある。

しかし、新設渋谷川の設置深さは地表面に極めて近く、土被りが浅いことから、仮に一般的な施工方法で新設渋谷川上床版上に覆工材を配置してしまうと直上のバスロータリー側の高さが駅側歩道よりも高くなってしまい、歩道とバスロータリーの間に最大約 110cm の段差(図-3)が発生し、サービス水準の低下が問題となることが予見された。そこで、歩行空間の快適性確保を目的に、(1)路面覆工の構造変更による桁高の縮小、(2)渋谷川函渠上床版上の作業空間の縮小、(3)渋谷川函渠上床版厚さの縮小、以上の3項目の対策を取り計画を進めた。

以下に、各対策について詳述する。

(1) 路面覆工の構造変更による桁高の縮小

先述のとおり、新設渋谷川上床版上に仮に覆工材を設置する一般的な工法では、バスレーンと歩道との間に大きな段差が生じることが想定された(図-3)。

そこで、図-4に示すように、桁受鋼材の断面高さを縮小するために桁受桁を新設渋谷川上床版の下部に設置する、束立法を採用することにより、覆工天端高さを 60cm 低くすることができた。



図-3 バスロータリーと歩道部の段差イメージ(想定)

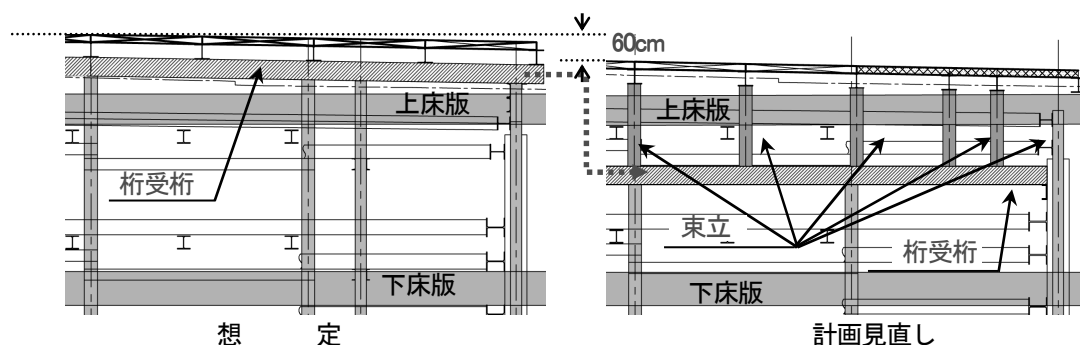


図-4 束立法による路面覆工構造の変更

(2) 床版上の作業空間の縮小

当初設計時においては、路面覆工下での作業空間として上床版と桁との離隔は30cm考慮されていたが、路面段差解消のため、新設渋谷川躯体鉄筋継手を重ね継手から機械式継手に見直すとともに覆工下に入る作業を最小限にすれば、20cmの離隔でも施工できると判断した。これにより覆工構造において10cmの縮小を可能にした。

(3) 渋谷川函渠上床版厚さの縮小

新設渋谷川躯体の上床版を薄くすることによる覆工高さの縮減も検討した。当初設計から鉄筋量を増やすことにより、当初設計と同等の耐力を有する構造として、40cmの上床版厚の縮減を行った。

以上より、束立を用いた覆工受桁位置の移動、施工上の対策による上床版上の必要な空間の縮減、床版厚の縮小等により、路面覆工仮設時に発生することが想定された110cmの段差を解消できた。その状況を図-5に示す。

3. 渋谷川移設工事における安全対策

渋谷川は、一旦大雨が降ると最大毎秒約95tの雨水が流入し、急激な水位上昇を示す都市河川である。通常時は上流側に設置されている越流堰により、下流側の当該位置には写真-1に示すように水は流入しない構造となっているが、大雨等により越流堰を超えると写真-2のように大量の雨水が下流に向かって流入することとなる。したがって、河川内作業となる新設渋谷川躯体の構築に際しては、降雨時の急激な河川の増水に対する確実な安全対策が求められた。

また、地下広場の工事工程上、新設渋谷川を早期に移設し供用することが求められた。これら安全面、工程面の課題に対して講じた解決策を以下に示す。

(1) 工期短縮のための対策

新設渋谷川の早期供用開始は渋谷駅東口周辺整備の課題の一つであったが、図-2に示すように渋谷川躯体は地下貯留槽および地下広場の直上に位置するため、新設渋谷川躯体の施工は両施設の施工後になる。渋谷川の移設時期を早めるため逆巻き工法による新設渋谷川躯体の先行構築も検討したが、地下広場も地下貯留槽も複雑な構造であり不可能であった。そのため新設渋谷川直下に位置する躯体のみを先行して構築し、工期短縮を図った。

また、延長165mにわたる新設渋谷川躯体を構築するにあたり、工期短縮を図るには、縦断方向に新設渋谷川躯体を8分割し、2〜3ブロックを同時に施工する必要があった。しかし、昼間に資機材を搬入できる箇所は上流

側の1箇所のみ制限されていたことや、下床版より型枠支保工を組立て上床版の構築を行う一般的な施工方法では、型枠支保工による河積阻害の要因にもなり、また作業動線も遮断される等課題があった。

その対策として特殊支保工を考案した。側壁構築時に鋼材支持ブラケット用インサートを側壁上部に埋め込み、側壁コンクリートの強度発現後、インサートにブラケット鋼材をボルトで固定し、ブラケット上に桁用鋼材を敷き並べ、型枠支保工受架台とした。支保工受架台からTSサポートを用いた型枠支保工を組立てることで、支保工受架台下部に河川水を通させながらの上床版構築が可能になった。これにより河積阻害の問題を解決し、かつ作業動線も確保できたことから、2〜3ブロック同時の昼夜施工が可能になり、工期短縮に大きく寄与した。



図-5 バスロータリーと歩道部の段差解消(イメージ)



写真-1 上流域が晴天時の渋谷川



写真-2 上流域が雨天時の渋谷川

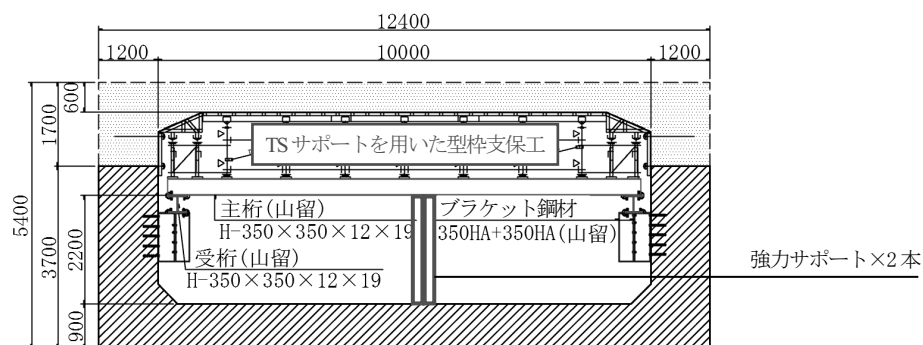


図-6 渋谷川函渠内に設置した特殊型枠支保工

特殊型枠支保工の断面図を図-6に示す。

(2) 水理実験による検証

新設渋谷川躯体構築に伴い、河川内に仮設物を設置することから、仮設物による河積阻害が極力小さくなるよう計画し、計画通り施工した場合に河積阻害により水位が地表面に溢水しないかの安全性を検証すべく水理実験を実施した。

実験では、河川内に設置する路面覆工支持杭の影響、および新旧河川切替部における流路変更による水流の影響を確認した(写真-3)。

また、新設渋谷川躯体の上床版施工時における特殊支保工を用いた対策の効果の確認のため、新設渋谷川躯体内に特殊支保工を設置した状態でも水理実験も行った(写真-4)。

実験の結果、これらの河川内に設置する仮設物による河川内の乱流や水位上昇については問題がないことを確認した。

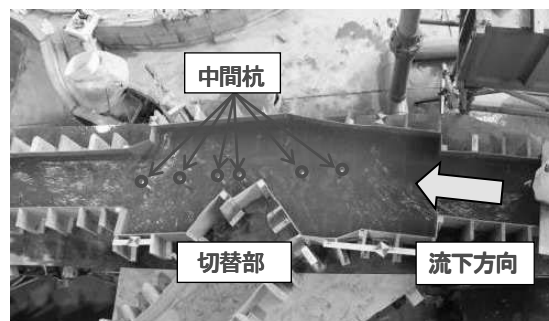


写真-3 施工時水理実験状況(中間杭・仮締切影響検証)

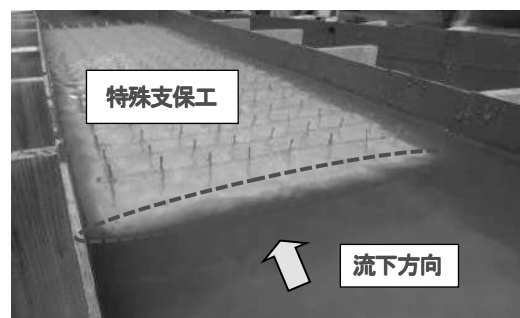


写真-4 施工時水理実験状況(特殊支保工の影響検証)

(3) 降雨時の急激な河川の増水に対する安全対策

渋谷川の切替工事にあたっては、作業員の安全確保に対しても十分に注意する必要があった。先述のとおり、渋谷川はゲリラ豪雨等により急激な水位上昇が発生する場合も有る。降雨確認後 30 分以内に河川水位が 3m 超まで上昇するケースも確認されており、増水前に安全に退避できる体制を構築することは必須であった。

河川内から安全かつ迅速に退避するため、表-1 に示す 4 種類の監視システムを導入し、退避判断基準を設定した。そして、監視システムの動作状況に応じて表-2 に示す 4 段階の警戒態勢を含む管理体制を設定し、さらに、各段階の対応基準を詳細に設定した。

また緊急時に迅速かつ確実な退避を行うために、後述する緊急時の作業箇所への連絡体制を構築し、作業員向けの坑内放送設備を設置した。

以下、4 種類の監視システムおよび緊急時の連絡・退避体制について説明する。

a) 東京アメッシュの常時監視

東京都下水道局情報配信サイト「東京アメッシュ」に

表-1 4種類の監視システム

監視システム
東京アメッシュの常時監視
ゲリラ豪雨予報携帯電話メール送信サービス
WEBカメラによる河川内常時監視
河川水位警報装置

表-2 4段階の警戒態勢を含む管理体制

管理体制の一覧
平常時
一次警戒態勢
二次警戒態勢
緊急事態(1)
緊急事態(2)

よる豪雨予測情報を活用した常時監視体制を設定した。
 具体的には、本サイトに表示される渋谷から 30km 圏内
 (一次警戒)、15km 圏内(二次警戒)に雨もしくは非常に激
 しい雨の予報が表示された時点で、24 時間体制により
 配置された監視員が後述する管理体制表に則り、連絡手
 順にしたがって、後述する坑内放送および無線を用いて
 警戒体勢及び緊急事態を河川内の作業員に周知した。

b) ゲリラ豪雨予報携帯電話メール送信サービス

また、ゲリラ豪雨予測の有料情報配信サイトも並行し
 て導入した。これは設定された 5 箇所の豪雨予測をピン
 ポイントで実施するシステムであり、当作業所では 1 時
 間あたり 30mm の豪雨が予測される場合に警報メールを
 受信する機能である。これによりさらに精度の高い予測
 が可能になった。

c) WEBカメラ

さらに現場付近の渋谷川上に web カメラを設置して、
 監視員は随時河川水位の状況を監視した(写真-5)。

d) 河川水位警報装置

一方で、実際に流入してくる渋谷川の水位の監視およ
 び警報については、作業箇所上流 100m 付近にある下水
 道宇田川幹線越流堰と 210m 付近にある下水道千駄ヶ谷
 幹線越流堰の 2 箇所に電極棒水位計を設置し、水位上昇
 を監視するとともに、水位上昇時には現場内に設置した
 回転灯が点滅して作業員に危険を知らせるシステムとし
 た(写真-6)。また、警報メールを送信する機能も備えた。
 次に実際の緊急時における作業員の周知方法について

説明する。

e) 緊急時の作業員への周知

実際に警戒体制が取られると、予め定められた図-7に
 示す連絡手順に従ってJV職員及び職長等に連絡を行い、
 現場内で従事する作業員に対しては、坑内放送を用いて
 警戒体制及び緊急事態の連絡を行った。



写真-5 渋谷川モニタ監視状況

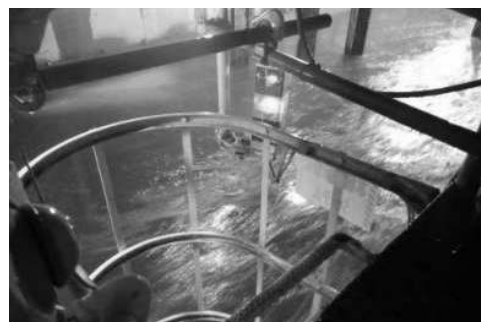
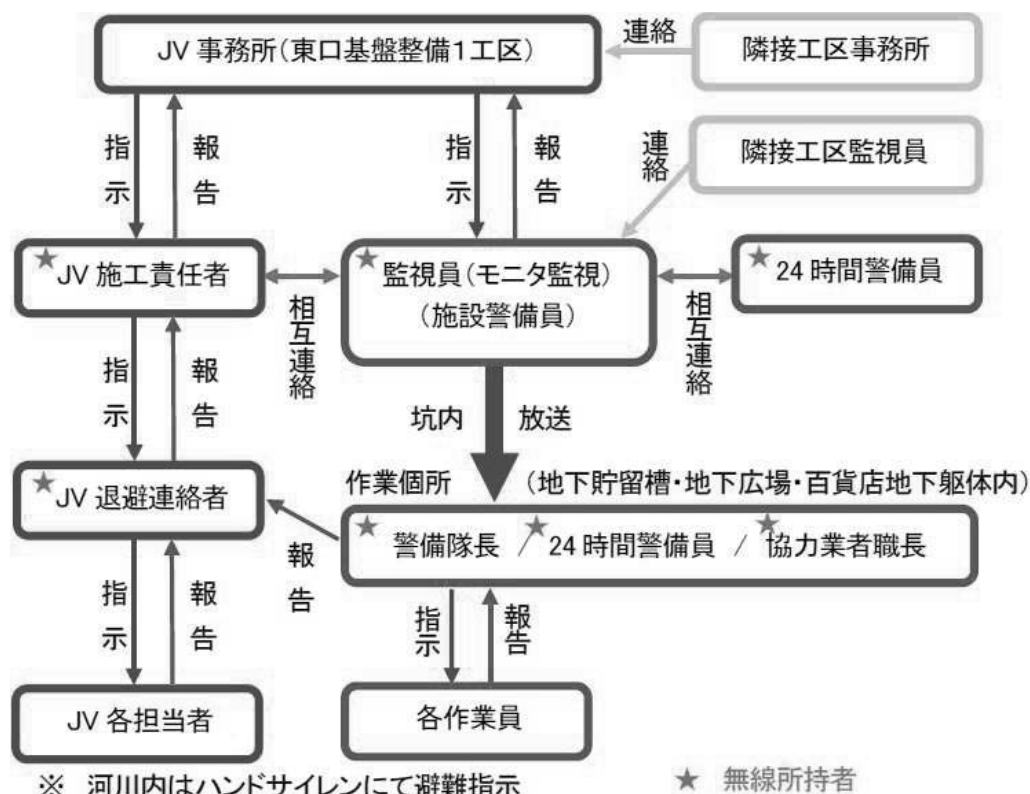


写真-6 河川内に設置された警報装置



※ 河川内はハンドサイレンにて避難指示

★ 無線所持者

図-7 非常時の緊急連絡体制

これにより、現状の警戒体制、およびそれぞれの役割が明確になり、確実な運用が可能となった。また、現場では写真-7に示すように、ホワイトボードに現状の現場警戒体制確認ボードを設置し、現状が常に確認できるようにし、必要事項を記載する等の工夫も行った。



現場の警戒体制		時刻	責任者
平常			
一次警戒体制			
二次警戒体制			
緊急事態(1)	12:31		
緊急事態(2)			
警戒解除			
緊急事態解除			
連絡無し			
監視員の配置			
配置解除			
踏道の恐れ有り			
踏道の恐れ無し			
施工責任者 西村		監理責任者 藤井	調整責任者 大黒

写真-7 現場警戒体制確認ボード運用状況

4. まとめ

渋谷駅街区土地地区画整理事業のうち、1日約150万人が利用する渋谷駅東口駅前での渋谷川切替工事において、路面覆工の構造変更等により、当初想定されていた110cmの段差を解消し、歩行者環境に配慮した施工が可能になった。また、渋谷川の急激な増水に対しても万全の安全対策を施し、安全に渋谷川切替工事を約1年前倒しで行うことができた。

渋谷駅再開発は鉄道改良や駅ビル事業を含め佳境を迎えるが、工事期間中も渋谷の魅力を損なうことなく安全安心な工事を進めるよう、引き続き創意工夫を行いながら、技術力を駆使し、誠意をもって進めていく所存である。

謝辞：本検討にあたりご指導いただきました東京都をはじめとする関係の皆様に、この場をお借りしてお礼申し上げます。