

# Project brief 3

## プロジェクト紹介【寄稿】

### 阪神本線三宮駅の改良設計

室谷 耕輔

MUROYA Kosuke  
中央復建コンサルタンツ株式会社  
鉄道系グループ  
プロジェクトマネージャー



北原 満

KITAHARA Mitsuru  
中央復建コンサルタンツ株式会社  
鉄道系グループ



上田 克男

UEDA Katsuo  
中央復建コンサルタンツ株式会社  
地下構造系グループ  
プロジェクトマネージャー



#### はじめに

阪神本線三宮駅は、昭和8年に阪神国道(国道2号線)が三宮まで延伸された際に地下化された駅であり、平成21年で76年を迎える。平成21年3月には、阪神なんば線の開業に伴い、阪神電車と近鉄電車が相互直通を行うことから、三宮駅にも近鉄車両が乗り入れることとなる。

しかし、阪神三宮駅は建設されてから抜本的な駅施設の改良は行っておらず、地下鉄の火災対

策や移動円滑化等の近年の基準を満足していないこと、近鉄との相互直通運転のためのホーム長が不足していること等の問題点を有している。そこで、駅施設の抜本的な改良を行うことになった。

本プロジェクトは、三宮駅の改良工事の内、土木に関わる設計業務として、詳細設計を実施するものであり、本稿では、設計の方針、構造計画、設計の特徴について紹介する。

#### 設計の方針

三宮駅の改良設計における方針を以下に示す。

#### 営業線に配慮した構造計画

三宮駅は営業している既存駅であることから、営業線に影響を及ぼさない配線計画、構造計画、仮設計画を行う。

#### 既設構造物を最大限に利用

今回の設計は、既設構造物の改良設計であること、営業線に影響を与えない構造計画、施工計画が必須であること等から、既設構造部材を最大限に利用した構造計画を行う。

#### 既設構造物の構造形式に配慮

既存駅の主断面はI型の鉄骨を主部材としたラーメン構造であり、上下床版および側壁は、その鉄骨を支持部材としたRC構造の抗土圧部材(スラブ・壁)として設計している。

今回の改良では、既設部材を利用することから、設計においては、このような既設構造物の構造形式に配慮する。

図1に設計当時における駅部主断面の鉄骨構造を示す。主部材

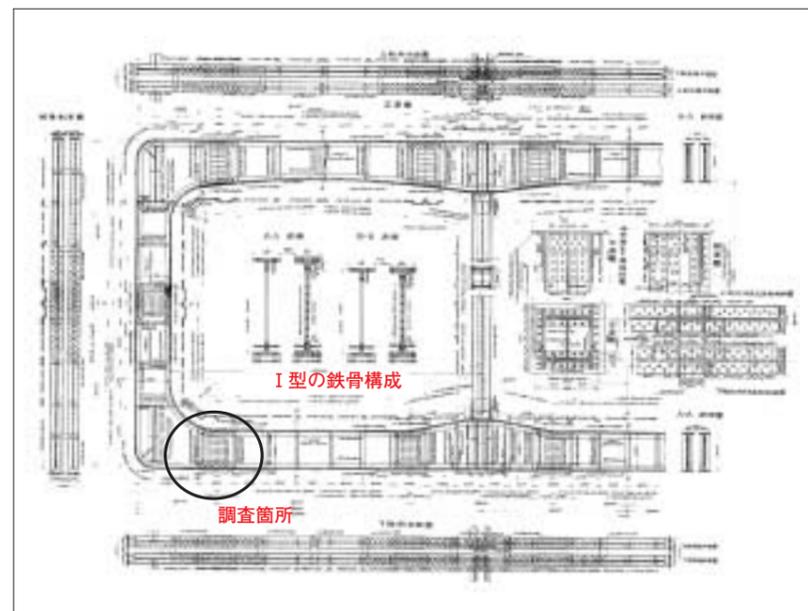


図1 駅部主断面の鉄骨図面

であるI型の鉄骨については、昭和8年当時、I型鋼が存在していなかったため、プレートとアングルをリベットで貼り合わせてI型構造を構成していた。

今回の設計では、コンクリートのはつり出しによる既設I型鋼の調査を行い、寸法等の状況を確認した(写真1、2)。その結果、プレートおよびアングルの形状、寸法、リベット配置等、当時の設計図通りに構築していることが判明した。



写真1 鉄骨の状況確認(フランジ上面)



写真2 鉄骨の状況確認(上フランジ側面)

#### 限界状態設計法による設計

常時設計については、鉄道構造物の開削トンネルの設計に適用されている限界状態設計法を用いる。

また、地震時の設計は、L1地

震動、L2地震動に対して応答変位法による応答値の算定を行う。L1地震動に対しては、耐震性能I(地震後にも補修せずに機能を保持でき、かつ過大な変位が生じない状態)、L2地震動に対しては耐震性能II(地震後に補修を必要とするが、早期に機能が回復できる状態)を確保することとした。

#### 構造計画

既設構造物の平面(地下2階)を図2、改良後の計画平面(地下2階)・縦断面を図3に示す。三宮駅の改良計画は大きく分けて以下の4つに区分される。

#### 西側改札部

既存の改札部を拡張し、旅客動線を強化する。また、配線改良

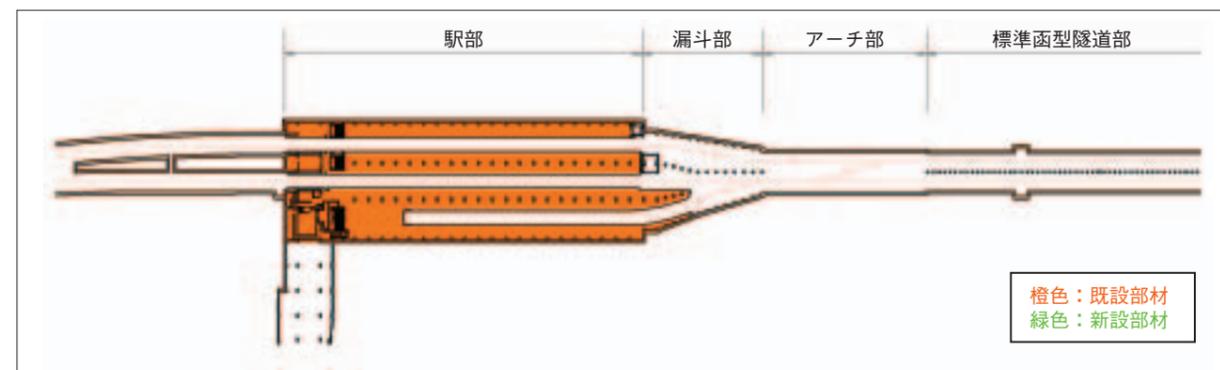


図2 既設平面(地下2階)

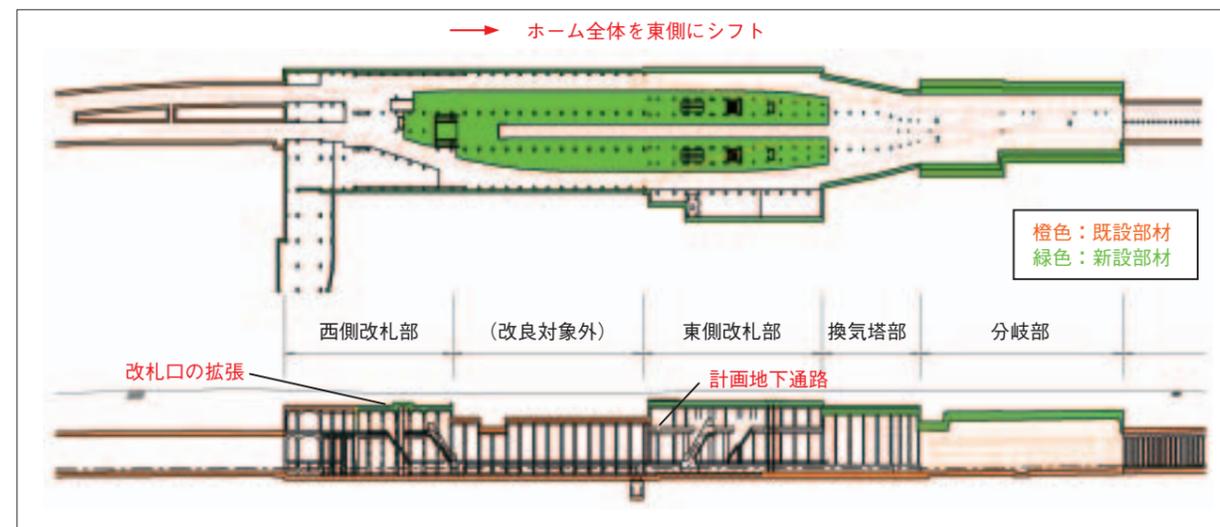


図3 計画平面(地下2階)・縦断面

に伴い、ホーム全体を東側にシフトする。

既設の構造形式は1層3径間であるが、改札部を拡張することから、中床版を新設して2層構造に変更する。また、地下1階の所定の内空高さを確保するため、既設上床版を撤去し、新設上床版(RC構造)を継ぎ足す構造とする。中柱は既設柱の継ぎ足しが困難なことから、既設柱を撤去して新設柱を設置する(図4)。

### 東側改札部

地下1階に計画されている地下通路との接続、火災対策における2方向避難を踏まえて、東側に改札口を新設する。

既設構造物は1層2径間および1層3径間の漏斗部であるが、ホームを新設するため、構造物の幅を拡張する必要があること、改札口を新設するため、2層構造に変更する必要があることから、既設

構造物は軌道を支持している下床版だけを残して、その他の部材は全て撤去し、新たに2層6径間のRC構造物を構築する(図5)。

### 換気塔部

換気設備の風洞を設置する換気塔区間として計画する。また、地下2階の軌道階は、東側改札部から分岐部へ移行する区間となる。

既設構造物の構造形式は1層1径間のアーチ構造であるが、幅員が不足していることから、既設の下床版だけを残して、1層3径間のRC構造物を新設する(図6)。

### 分岐部

1～3番線への配線に必要な分岐器を設置する区間として計画する。

既設構造物は1層2径間の標準函型隧道区間であるが、構造物の幅が不足していること、分岐器

の設置に柱が支障となることから、下床版以外の部材は全て撤去し、1層1径間の構造とする。しかし、他の断面とは異なり、既設の下床版には柱を設置することが出来ないため、地盤反力に対して応力が満足しない部材となり、構造系の確保が課題となる。従って、門型のRC構造物を新設することで構造系を確保し、既設の下床版は軌道を支持する路盤として利用することとした(図7)。

なお、西側改札部と東側改札部の間の区間については、線形改良はあるものの構造物の改良はなく、設計の対象外である。

## 設計の特徴

### 既設部材の材料強度の確認

今回の設計では既設構造物を利用することから、既設部材の材料採取を行い、コンクリートの圧縮試験や鋼部材の引張試験を実施し、強度の確認を行った。その

結果、コンクリート強度については27N/mm<sup>2</sup>以上、鉄筋はSR235相当、鉄骨はSS400相当であることが確認された。以上の結果を踏まえ、新設のRC部材は設計基準強度27N/mm<sup>2</sup>とした。鉄筋は、近年一般的に使用しているSD345とした。

### 常時設計

常時設計には限界状態設計法を適用しており、全ての断面について終局限界状態、使用限界状態に対する設計を実施した。既設構造物を利用する断面については、既設部材についても限界状態設計法で照査を行った。その結果、全ての構造物は使用限界状態で部材が決定される結果となった。なお、既設部材は応力の制限値を満足することを確認している。

### 耐震設計

耐震設計は、地下構造物の設計で一般的に用いられている応答変位法により地震時の応答値を

算定し、照査を行った。

三宮駅が位置する神戸地域は、N値50以上を示す非常に締まりの良い洪積層が主体の地盤である(図8)。そのため、地震時における地盤の変形は小さく、新設・既設部材を含めて構造物のほとんどの部材は降伏にも至らない結果となった。

### 新設・既設部材の接続

今回の設計では既設構造物を利用することから、新設・既設部材の接続方式について検討する必要がある。既設駅部の主断面はI型の鉄骨が主部材であることから、鉄骨の継ぎ足しを検討した。しかし、先に述べたように既設のI型鋼はプレートとアングルの貼り合わせ構造であり、リベットが多数設置されていること、別途行った材料試験の結果、溶接部材ではないこと等から、接続する新設部材はRC構造とした。そして、既設鉄骨の周囲には、必要本数の接続鉄筋を所要の定着長が確保できるように配置し、横

方向鉄筋で確実に拘束することで接続するものとした。

### 施工順序を踏まえた構造計画

三宮駅は既存駅であるため、営業線に影響を及ぼさない施工が必須である。そのため、設計においては線路の切替と既設躯体の撤去を含めた施工方法を検討し、それを踏まえて新設する部材の施工順序、寸法等を設定した。

### 仮設時の検討

三宮駅は開削工法により施工を行う計画である。そのため、路面覆工による中間杭の一部は既設構造物および新設構造物で仮受けする必要がある。今回の設計では、仮受けの状態についても、安全性を確保する設計を行っている。

## おわりに

今回の三宮駅の設計は、既設構造物の大規模改良設計であり、営業線、旅客に配慮した構造計画、既設構造物を踏まえた構造形式の検討等、新設構造物を対象とした設計にはないコントロールポイントが多数あった。そのため、担当者だけでなく専門技術者や学識経験者らとともに、幾度も検討・議論を重ねた。

平成20年末現在、土留めの施工が順次行われ、平成24年度末の完成に向けて工事が進められている。工事が進むにつれて、既設構造物の状態などを詳細に確認することが出来るため、設計者としては提案した設計の妥当性を確認するとともに、場合によっては、現地の状況を踏まえた新たな提案を行っていきたいと考えている。

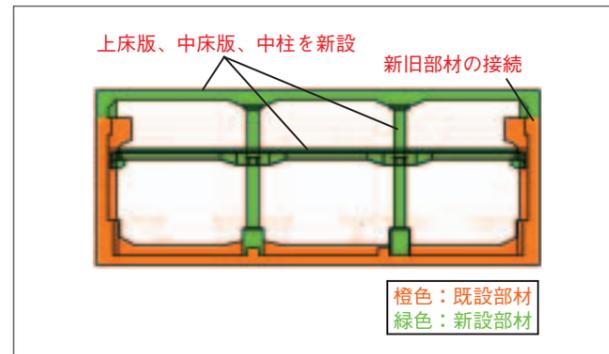


図4 西側改札部 横断面図

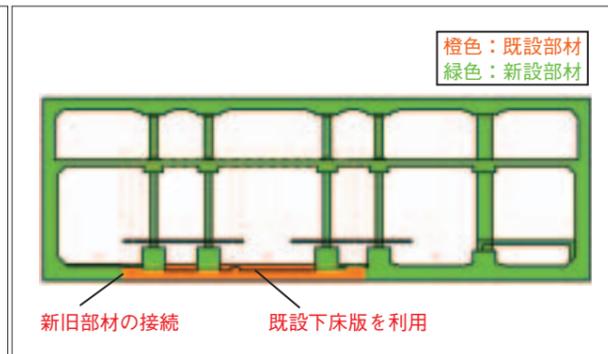


図5 東側改札部 横断面図

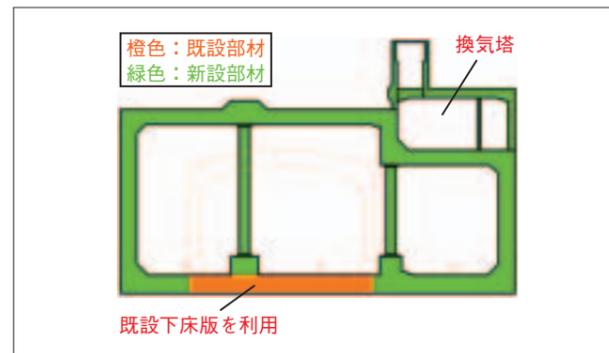


図6 換気塔部 横断面図

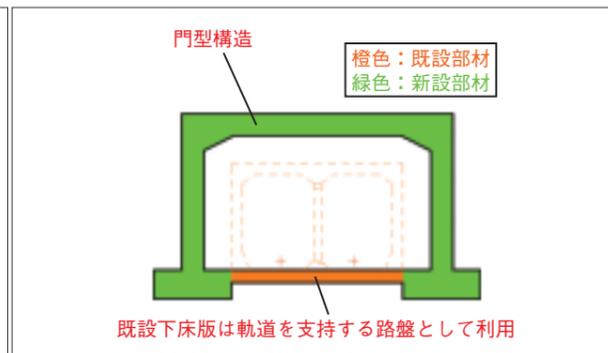


図7 分岐部 横断面図

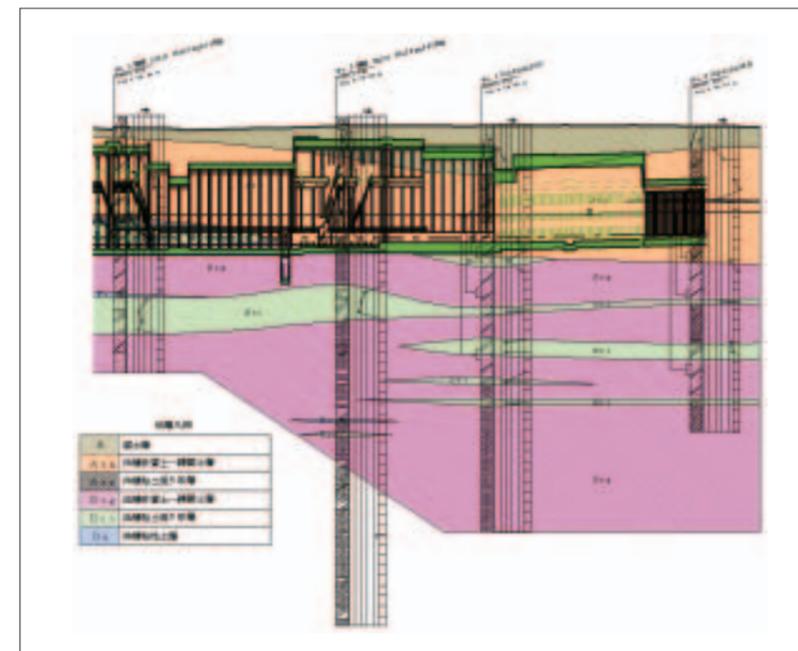


図8 三宮駅 土層縦断面図