

神戸市		渋谷光宣
清水建設（株）	正会員	清水文夫
清水建設（株）		地主省三
清水建設（株）	正会員	○佐藤卓三

1. はじめに

神戸新交通ポートアイランド線は、1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震により各所で被害を受け、神戸港の新港第4突堤に位置するポートターミナル駅は、橋脚・駅舎が沈下や傾斜するなどの被害を受けた。本報告は、ポートターミナル駅に対して行われた復旧工事の概要について述べたものである。

2. 被害状況

神戸新交通ポートアイランド線ポートターミナル駅は、4基の鋼製門形ラーメン橋脚および直接基礎で支持された高架駅舎であり、写真-1に示すように、地震により駅舎、橋脚、基礎の全体が最大西へ約1°傾斜し、軌道面で約40cmの水平変位を生じた。基礎フーチングは、旧突堤の捨石マウンドを支持地盤としており、強い地震動と捨石層周辺砂層の液状化により捨石層が沈下・移動したことが被害原因であると考えられる。

上部工に関しては、杓の脱落、ストッパーの損傷、耐震連結装置のボルト破断などの損傷を受け、桁は軌道桁に一部軽微な損傷を受けた。また駅舎内は、エスカレーターおよびエキスパンションが損傷を受けた。

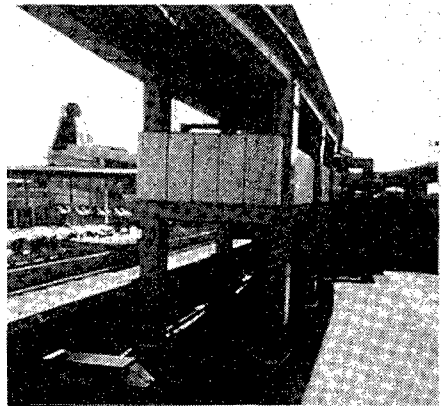


写真-1 駅舎の傾斜状況

3. 復旧方針

神戸新交通ポートアイランド線は、市街地とポートアイランドを結ぶ重要な交通機関であり、早期復旧と将来の地震に対する安全性が要求される工事であった。

傾斜した駅舎および橋脚を一度解体して再構築し、さらに支持層として将来の地震に対して不安が残る捨石層およびその周辺地盤を改良することによって復旧する方法が考えられたが、前者については駅舎の復旧を除いても約9ヶ月の工期を要すること、また後者については、深度、平面規模、近接建造物の関係から長期的な耐久性と経済性の点で不利であった。

そこで、傾斜した鋼製橋脚基部での応力度照査を行い健全性を確認した上で、橋脚を傾斜したまま使用することとし、上部構造を既存の直接基礎で保持した状態で杭基礎を新設し、その後、既設基礎と橋脚との連結を断つことにより新設杭基礎で荷重を受替える工法を選択した。また、損傷した杓や耐震連結装置は取換え、軌道や駅舎はジャッキアップにより水平に戻し、既存のものを再使用した。

4. 新設基礎の施工

杭は、図-1に示すように、直径1500mmの場所打ちコンクリート杭とした。杭施工に先立って行った試験掘削の結果から、地震の影響により捨石層が不安定な状態にあることが分かったため、掘削時に既設建造物の沈下・傾斜を増長させないように予め薬液注入による地盤改良を行った。

場所打ち杭の施工については、以下のような問題があった。

- ・ 前述の捨石層や、杭の位置によっては既設フーチングコンクリートを削孔する必要がある。
- ・ 駅舎や周辺構造物の影響で、高さ（約9 m）や施工ヤードが制限される。

これらの施工条件を考慮し、施工機械は、全周回転式削孔機の中で強力なトルクをもち、かつコンパクトなBG機を採用した。一方、捨石層以深の通常地盤に対しては、ベント機を用いた。なお、上空制限に対応するため、BG機およびベント機は低空間用に改造を行った。

さらに、杭の設計は修正震度法を用いて行ったが、既に述べたように、対象地盤が中間層に大径の捨石層を含む複雑な地盤のため、地震時の杭の挙動を動的解析により照査し、その結果を杭の配筋に反映させた。このため、杭の鉄筋は通常の場合に比べて多くなり、また、鉄筋は低空間施工のために短尺ものを使用したため、現場での鉄筋の組立には、かなりの時間を要した。写真-2に杭施工状況を示す。

新設フーチングの施工に関しても、既設フーチング上に構築したために厚さ1.9mしか確保できず、鉄筋量を増加して断面力に対処する以外になく、鉄筋の組立が非常に困難であった。

杭の打設および新設フーチング完成後、橋脚柱内部より橋脚柱中詰コンクリートを撤去し、既設フーチングと橋脚をつなぐアンカーボルトの一部を露出させてこれを切断した。この作業についても限られた作業スペースでの施工であり、非常に困難を伴ったが、無事施工を完了した。

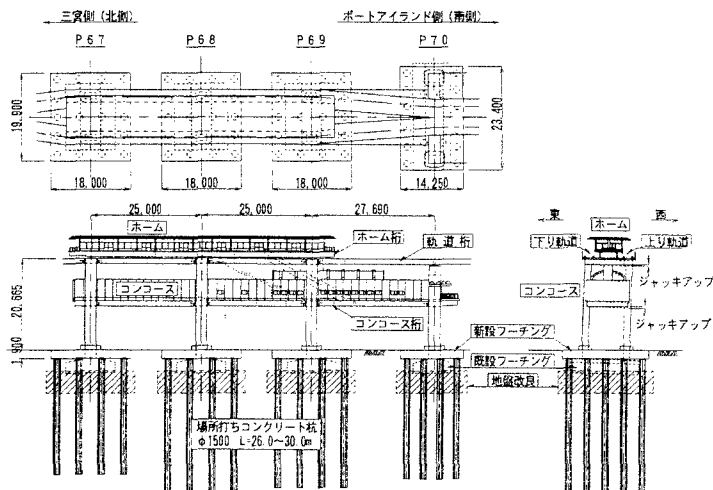


図-1 復旧構造一般図

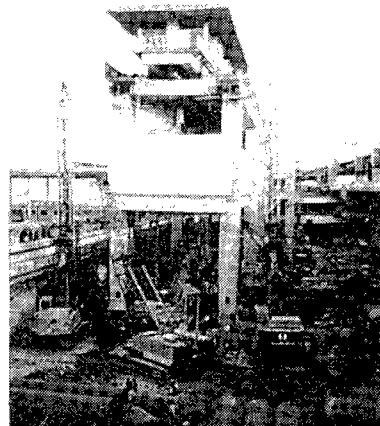


写真-2 杭施工状況

5. 上部工の復旧

傾斜した軌道や駅舎を水平に戻すため、軌道桁とホーム桁、およびコンコース桁のジャッキアップを行った。軌道桁は上載構造物が無い場合各スパン毎にそれぞれジャッキアップを行ったが、桁の上に構造物がある場合、各スパン毎のジャッキアップでは段差の発生などの問題があり、上部構造を一度解体する必要があるため、ホーム桁およびコンコース桁は全スパン同時にジャッキアップを行う工法を適用した。

6. おわりに

本工事は、周辺構造物の存在や上部構造の上空制限などにより狭隘地での施工となったが、傾斜した駅舎や橋脚を既設の直接基礎で受けたまま杭基礎を施工して荷重を受替えるというマルチタスク工法を採用し、また、桁はジャッキアップして再利用した。その結果、工期は大幅に短縮され、地震発生から約6ヶ月後の7月末には神戸新交通ポートアイランド線は全線復旧した。