

付属資料3 余震記録を用いた第三小田原BIの検証解析

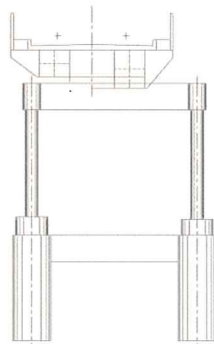
1. はじめに

第三小田原BIでは、構造物天端および地表面位置において余震観測を実施している（詳しくは3章参照）。本付属資料は、地表面位置で観測された余震記録を5章の検討に用いてきた解析モデルに入力することで、構造物天端での応答波形を算出し、構造物天端での余震記録と比較することで、構造物モデルの妥当性を検証したものである。

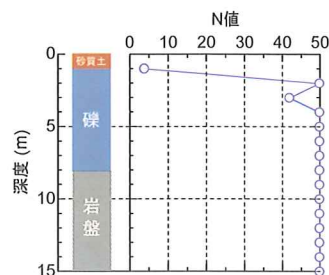
2. 解析対象

解析の対象とした構造物を付図3-1に示す。また、付図3-2に地盤条件を示す。建設当時の土質調査から、解析対象地点の直近の土質調査結果をその地点の地盤条件として採用した。

置において観測された余震波形を構造物モデルへの入力地震波とする。



付図3-1 第三小田原BIの一般図



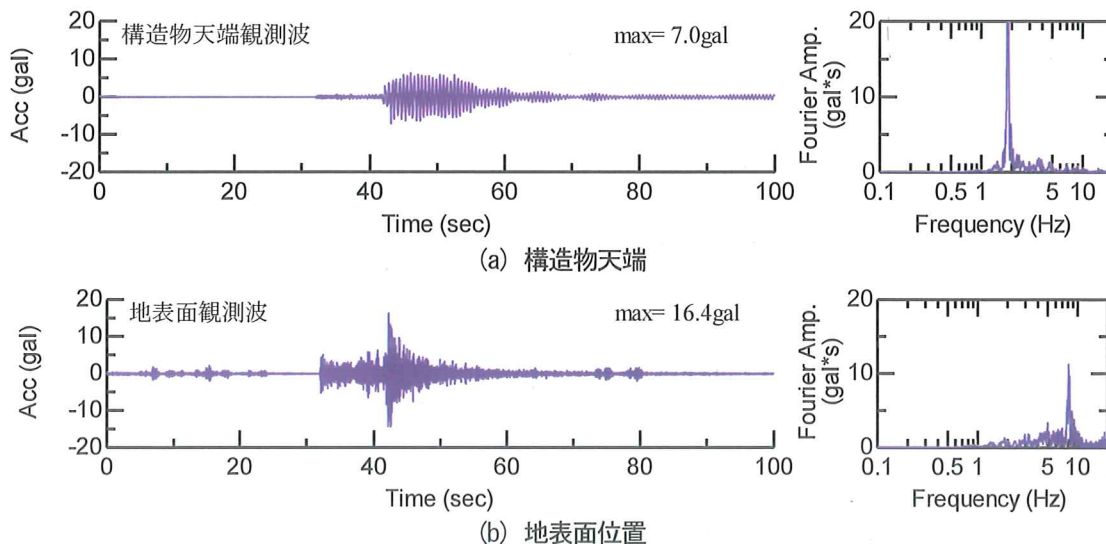
付図3-2 解析対象地点のボーリングデータ

3. 使用する余震観測記録

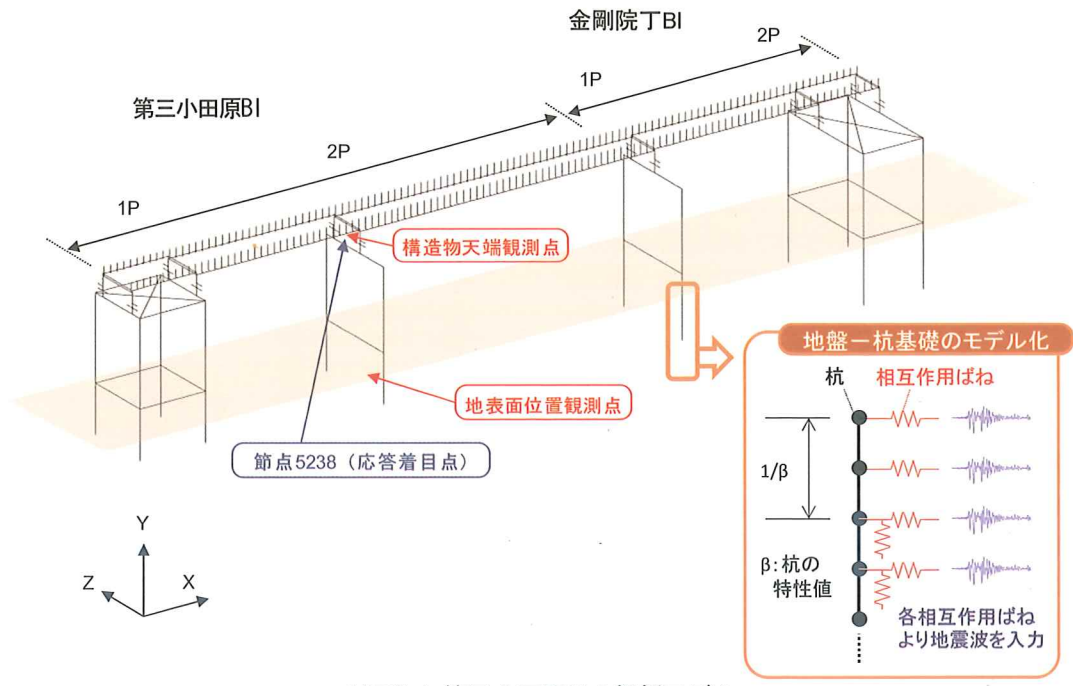
付表3-1に、余震観測を実施した日時を示す。余震観測は、第三小田原BIの2P付近の脱線地点において、構造物天端と地表面で観測されている（詳細は3章参照）。当該地点では複数の余震記録が得られているが、ここでは最も大きな加速度を示した記録を解析対象とした。付図3-3に観測された波形を示す。本検討では、地表面位

付表3-1 余震観測日時

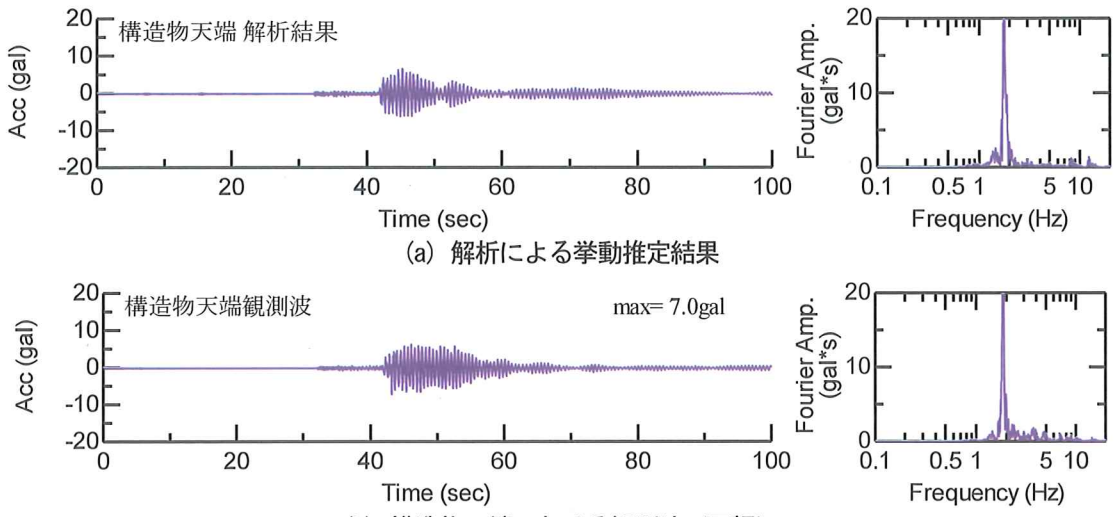
対象構造物	余震観測日時
第三小田原BI	3/31 14:00~4/1 9:00



付図3-3 余震観測波



付図3-4 第三小田原BIの解析モデル

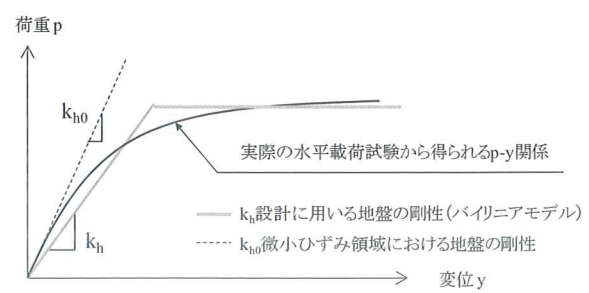


付図3-5 絶対加速度応答波形 (線路直角方向)

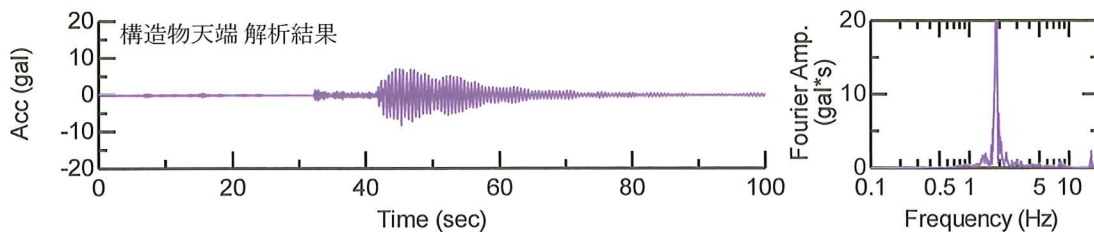
4. 解析モデル

解析モデルは、5章の検討で用いた3次元フレームモデルを用いる (詳細は5章を参照)。付図3-4に解析モデルを示す。なお余震観測時には、新幹線車両は第三小田原BIの1Pから前方 (仙台駅方) に停車した状態であった。したがって、余震観測地点に与える車両の影響は小さいと考えられることから、車両重量は無視した。

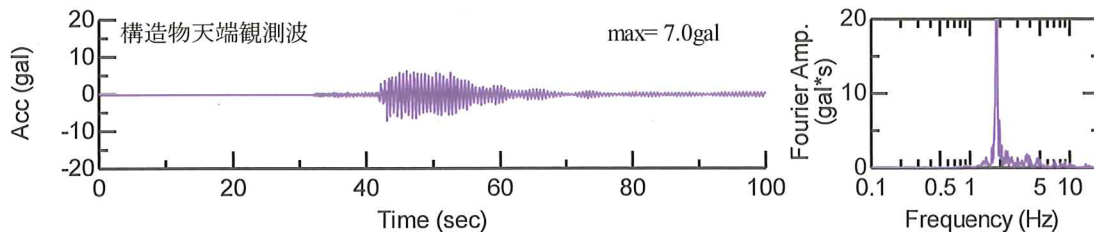
地震波の入力については、入力波に地表面位置の波形を用いることから、表層地盤の増幅を考慮する必要がないため、相互作用ばねを介して解析モデルの線路直角方向に一様入力した。



付図3-6 実際の地盤ばねと設計モデルの地盤ばね



(a) 解析による挙動推定結果



(b) 構造物天端における観測波（再掲）

付図3-7 絶対加速度応答波形（線路直角方向）

5. 構造物の挙動推定

5.1 基本検討

時刻歴非線形解析により応答値を算定した。運動方程式の積分にはNewmark法を用いて、積分時間刻みは $\Delta t=0.01(\text{sec})$ とした。

付図3-5には、構造物天端の絶対加速度応答波形を示す。絶対加速度応答波形は、付図3-4に示す桁上のレールレベル位置（節点5238）に着目した。なお、比較のために、構造物天端の余震観測波を再掲する。

なお、解析モデルは、設計標準に準拠したモデルとなっているため、地盤ばねについては、必ずしも今回対象とした10(gal)程度の小さい地震に対応したものになっていないことに注意が必要である。つまり、実際の水平載荷試験から得られる地盤反力 p と基礎の変位 y との関係は、付図3-6に示されるような非線形性を示し、割線剛性は変位レベルに応じて低下する。「鉄道構造物等設計標準・同解説（基礎構造物）」では、このような p - y 関係に対して、杭頭で10mm程度を想定した等価剛性として地盤ばね定数を定めている。そのため、今回の余震で発揮された地盤ばね定数は、上記の設計地盤ばね定数よりも大きいものであったと考えられる。付図3-5のフーリエスペクトルを見ると、固有振動数が実際よりも小さく評価されているのが分かる。しかし、加速度波形を見る限りは、観測された応答波形をある程度は説明できる結果となっており、本震レベルの大きな地震動に対しては、より適合性が上がっていると思われる。

5.2 地盤ばねを修正した場合の検討

先述したように設計地盤ばね定数は、必ずしも今回の余震に対応したものになっていない。実際の地盤の初期剛性 k_{0} は、「鉄道構造物等設計標準・同解説（基礎構造物）」で規定されている地盤ばね定数 k_{1} の数倍である

と言われている。そこで、地盤ばね定数を設計値の3倍にした検討を行った。付図3-7に、この結果得られた構造物天端位置の絶対加速度応答波形を示す

この結果、解析結果と余震観測波はよく合致しており、解析モデルがおおむね妥当である事が確認できた。

6. まとめ

第三小田原B1を対象として、余震観測波のシミュレーション解析を実施した。この結果、解析シミュレーションでは、少し応答が小さくなる時刻はあるものの、余震観測波を比較的再現できていることを確認した。