ＳＴＲＵＴ工法における斜角を有するバチ桁橋のレベル２地震時照査

パシフィックコンサルタンツ㈱　正会員　○清野　聡子
パシフィックコンサルタンツ㈱　正会員　松田　一史
パシフィックコンサルタンツ㈱　正会員　南口　浩志

「STRUT 工法（Small bridge with Twin Rigid sUpport Technique)」は、両端が橋台の単純桁橋において、両端の支承条件をピン結合として上部工をストラットとし、土圧を相殺させることにより橋台基礎の作用力を低減してコスト縮減を図る橋梁形式である。本工法の設計には、上部工と下部工を一体構造としてモデル化した骨組解析が必要となる。ここで、直橋では二次元骨組モデルの適用が可能となるが、斜橋およびバチ桁橋の場合には、左右の土圧バランスにより平面的な回転力が発生するため、二次元モデルの適用性については検証が必要となる。本稿では、斜角を有するバチ桁橋に STRUT 工法を採用する場合における二次元モデルの適用性検証の一環として、基礎のレベル 2 地震時照査について、二次元モデルと三次元モデルの解析結果を比較し、一考察を述べる。

1. 対象橋梁

対象橋梁は、都市内河川を跨ぐ単純橋(STRUT 工法)で、斜角およびバチ桁を有する橋梁である。

表 1.1　検討対象の橋梁諸元

橋　長	L＝30.700m
橋　台　幅	B＝18.800m～24.100m
斜　角	θ＝56°　(A1)、70°　(A2)
上部形式	単純鋼コンクリート合成床版橋
基礎形式	鋼管杭基礎φ800
地盤種別	Ⅱ種地盤
設計水平震度	Kh=0.7（レベル 2 地震時） ※土構造物のため地盤面における震度

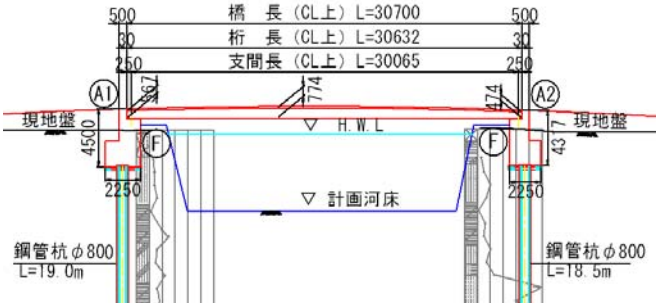

図 1.1　概略側面図

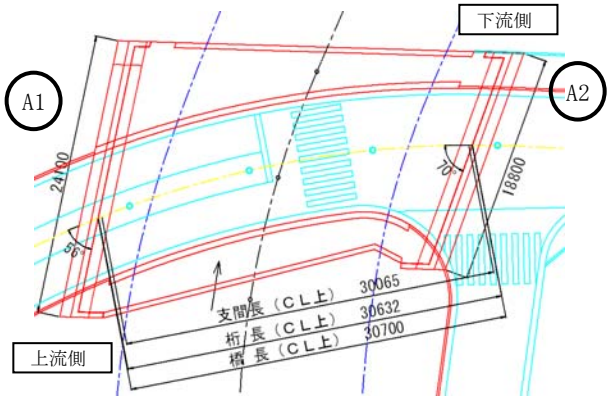

図 1.2　平面計画図

2. 三次元解析モデル

上部構造は合成床版橋であり、コンクリートが充填されていることから、ねじり剛性は十分大きいものと考えられ、ねじり剛性を∞とする格子モデル（線形梁部材）とした。下部構造は、桁を支持する受け台部を線形梁部材とし、杭 1 本ずつをそれぞれ非線形梁要素とした杭ラーメンモデルとした。

上部構造と下部構造の接合条件は、上部工梁部材の軸線方向のモーメントをゼロとするヒンジ構造とした。杭先端部の支持条件は、鉛直方向を弾性固定、回転方向をフリー、水平方向を固定とした。地盤バネは、杭部及び橋台背面部ともに弾塑性バネを設定し、土圧作用方向とその直角方向に設定した。尚、検討荷重ケースはレベル 2 地震時とし、慣性力の作用方向は、事前検討により構造諸元の決定ケースとなった A1⇒A2 方向作用時とした。

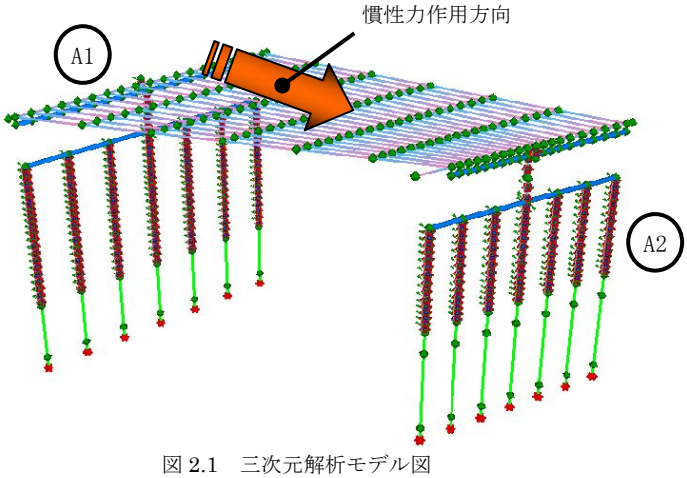

図 2.1　三次元解析モデル図

ｷｰﾜｰﾄﾞ　STRUT 工法　三次元骨組解析　斜角　バチ桁　連絡先　東京都新宿区西新宿 2-7-1 ﾊﾟｼﾌｨｯｸｺﾝｻﾙﾀﾝﾂ㈱構造部 TEL03-3344-1352

3. レベル 2 地震時の照査方法

3.1 レベル 2 地震時照査の必要性

STRUT 工法では、大規模地震時に上部工や下部工が塑性化した後の橋としての挙動については十分解明されていない。よって単純桁橋においても、レベル 2 地震時の照査を行うものとする。

3.2 レベル 2 地震時の照査方法

橋長 100m未満の橋台背面土を有する単純桁橋では 1 次振動モードが卓越するため、レベル 2 地震時の照査は静的照査法によるものとする[1)]。

3.3 基礎の要求性能

レベル 2 地震時には基礎は降伏させないものとする。なお、基礎の降伏は全ての杭において杭体が塑性化する時点とし、1 本でも塑性化していない杭がある場合には、降伏には至っていないものとした。

4. 解析結果

4.1 三次元モデルにおける解析結果

基礎の曲げモーメント発生状況を図 4.1、表 4.1 に示す。A1 橋台に比べ、A2 橋台では杭頭付近に大きなモーメントが発生するため、A1 橋台では全ての杭が線形領域内に留まるのに対して、A2 橋台では 7 本中 6 本の杭が降伏している。なお、杭の板厚は A1 橋台で 15mm、A2 橋台で 19mm となった。

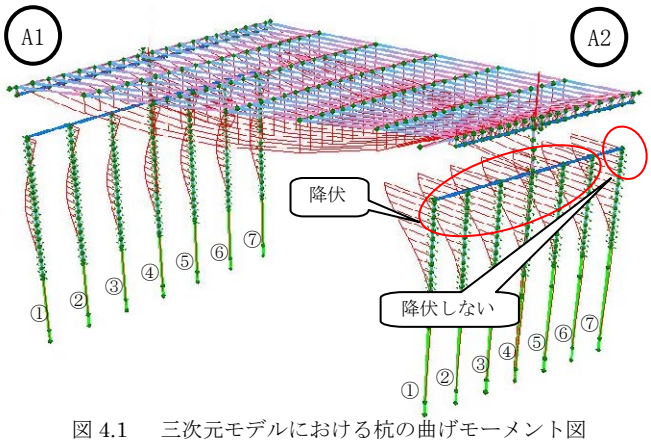

図 4.1 三次元モデルにおける杭の曲げモーメント図

表 4.1 三次元モデルにおける杭の曲げモーメント一覧

杭番号	A1 橋台		A2 橋台	
	発生断面力 (kN・m)	降伏耐力 (kN・m)	発生断面力 (kN・m)	降伏耐力 (kN・m)
①	1019	2711	塑性化	3450
②	1026		塑性化	
③	1034		塑性化	
④	1041		塑性化	
⑤	1049		塑性化	
⑥	1056		塑性化	
⑦	1063		3439	

4.2 二次元モデルにおける解析結果

二次元モデルでは、三次元モデルのように各杭における塑性化のタイミングの違いを考慮することが出来ないため、杭が線形領域内に留まるように杭本数や板厚を決定した。

結果、A1 橋台では杭本数 9 本-板厚 16mm、A2 橋台では杭本数 8 本-板厚 16mm となった。

表 4.2 二次元モデルにおける杭の曲げモーメント

A1 橋台		A2 橋台	
発生断面力 (kN・m)	降伏耐力 (kN・m)	発生断面力 (kN・m)	降伏耐力 (kN・m)
1000	2080	2030	2080

5. まとめ

三次元モデルにおける解析結果では、一列の杭の中でも、橋台ごとに杭の発生断面力および塑性化のタイミングが異なる結果となった。これは、斜角とバチ桁の影響により回転力が生じ、土圧および慣性力作用時に A2 橋台上流側の杭に反力が集中するためであると考えられる。

これに対し二次元モデルにおける解析結果では、杭の塑性化のタイミングを考慮した降伏判定を行うことができないため、必然的に杭が線形領域内に留まるような設計を行う必要がある。このため杭本数が増加し、不経済な設計となった。

よって、本検討で対象とした斜角およびバチ形状においては、三次元モデルによって各杭の塑性化状況を確認し、基礎全体として降伏に至っているかどうかを判断する必要があり、二次元モデルを適用することは不適切であると言える。

ただし、斜角が小さい場合や橋軸に対して対称なバチ形状の場合には、回転力に起因する杭断面力に大きな差は生じないものと考えられる。このような場合には、二次元モデルを適用しても三次元と同じ設計結果が得られることも十分考えられる。今後は同様の解析事例を蓄積し、橋長や幅員、斜角の大きさ、地盤条件、橋台高さ等、二次元モデルによる解析の適用範囲について、更なる検証を加える所存である。

参考文献

1) 独立行政法人土木研究所、他；橋台部ジョイントレス構造の設計法に関する共同研究報告書（その 2）、2008 年 12 月
2) 南口浩志、松田一史、清野聡子；ＳＴＲＵＴ工法の斜橋への適用性、土木学会第 64 回年次学術講演会、2009 年 9 月
3) 南口浩志、松田一史；ＳＴＲＵＴ工法における受動抵抗の評価、土木学会第 61 回年次学術講演会、2006 年 9 月