

## 追直漁港連絡橋梁 ジャケット式橋脚の設計

北海道開発局室蘭開発建設部	正会員	箕作 幸治
北海道開発局室蘭開発建設部		佐々木洋介
北海道開発局室蘭開発建設部		長嶺 鎌弘
(株)ドーコン構造部	正会員	菅原登志也

### 1. はじめに

ジャケット構造は、鋼管で製作された立体トラス構造物を海底に据え付け、その脚（レグ）をガイドとして鋼管杭を打設して海底地盤に固定した後、鋼管杭とレグを溶接またはセメントグラウトにより一体化し外力に抵抗する構造である。ジャケット構造は、海洋プラットフォームの急速施工法として1930年代に開発され、さまざまな研究開発が行われた結果、現在では既に設計手法が確立されており、全世界で数千基の建設実績がある。国内においては、近年、高い水平剛性と短工期、高品質、高い耐震性能といったジャケット構造の特長を生かし、シーバース、栈橋、防波堤などの港湾・漁港構造物に適用される事例が増加している。今回、道路橋の海上橋脚としては世界初となるジャケット構造を追直漁港連絡橋梁の橋脚に採用した。

### 2. 工法選定

当該地域付近は世界有数のハヤブサ繁殖地であり、ハヤブサの生態を考慮した橋梁構造形式を選定する必要があった。上部工形式は、橋梁上部にワイヤーを使用する構造はハヤブサからの発見が遅れて衝突する可能性があるため桁構造で検討を行い、支間長と適用橋梁の関係および自然環境に与える影響を考慮して、片側1車線の4径間連続鋼床版箱桁橋を採用した。下部工形式は、架橋地点の特徴や上部工荷重規模、施工性を考慮し、ケーソン基礎、鋼管矢板基礎、フーチング設置式基礎、多柱式基礎、多柱式基礎（鋼製ジャケット工法）、ジャケット式基礎の6工法を比較検討した結果、漁場・周辺環境への影響や現地工期、経済性などからジャケット式基礎を採用した。

### 3. ジャケット式橋脚の設計

#### (1) 常時の設計、耐波浪設計、疲労設計

本橋梁の大型車混入率は10%程度であり、活荷重が小さく交通量も少ない。また、架橋地点は防波堤背後に位置しており、さらにジャケット構造はパイプトラス形式で波力の影響が少ないことから、常時の設計、耐波浪設計、疲労設計とも、構造決定の支配的な要因とはならなかった。

#### (2) 耐震設計

a. 耐震設計手法：本ジャケット式橋脚は、港湾の施設の技術上の基準・同解説（以下、港湾基準とする）の手法に従って耐震設計を行った。道路橋示方書（以下、道示とする）と異なる主な点は入力地震動の考え方である。道示が対象としている構造は、杭基礎と橋脚躯体がフーチングのような剛でマッシブな構造で結合されており、杭基礎の応答が橋脚躯体の応答に及ぼす影響が小さいため、便宜上、フーチングより上の構造、すなわち地表面より上の構造のみを考慮することで十分耐震設計が可能な構造である。そのため、道示で規定している加速度応答スペクトルや既往の強震記

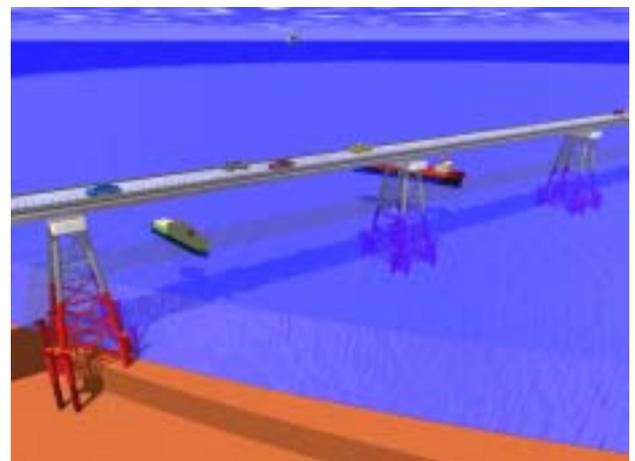


図 - 1 ジャケット式橋脚イメージ図

キーワード 追直漁港 ジャケット 橋脚 設計 耐震

連絡先 〒051-0036 室蘭市祝津町1丁目1-6 北海道開発局室蘭港湾事務所 TEL 0143-27-2101

録は、地表面波を基にしている。一方、ジャケット式橋脚は、フーチングのような剛でマッシブな構造ではなく、杭基礎の応答がジャケット構造に及ぼす影響を無視できないため、耐震設計における解析は、杭基礎も一体として考慮する必要があり、入力地震波は工学的基盤面での地震波(基盤波)を基にする必要がある。

b. 耐震性能の照査：レベル1地震動時の基盤波は、港湾基準に従い、プレート境界型地震を想定した入力地震動として八戸波と大船渡波を用いた。基盤最大加速度は港湾基準に従い、200galとした。レベル2地震動時の基盤波は、レベル1地震時の2波形に加え、プレート内地震動を想定した入力地震動としてポートアイランド波を用いた。基盤最大加速度は、当該地域で過去に観測された最大の地震動から港湾基準の距離減衰式を用いて推定し、287galとした。本橋脚の耐震性能の照査は、液状化により地盤が大変形する可能性があることと、構造が複雑なことから、非線形動的骨組解析による耐震性照査の方法を採用した。レベル1地震時は、各部材の応答が弾性域に収まっていること、および杭に発生する軸力が極限支持力を超えないことを照査した。レベル2地震時においては、各部材の降伏まで許容するが、橋脚自体が崩壊しないこと、落橋しないこと、および杭に発生する軸力が極限支持力以内に収まっていることを照査した。

c. 連成挙動の確認：本橋脚はジャケット構造であり、従来のコンクリート橋脚に比べて水平剛性や固有周期が異なる。そこで、上部工と下部工の連成挙動による影響を確認するため、上部工(橋桁)、橋脚、および杭基礎を一体とした3橋脚連成モデルにて動的応答解析を行った。その結果、橋桁や橋脚に発生する断面力は、要求される耐震性能の範囲内であることが確認され、杭の支持力も極限值内であることが確認できた。

d. プッシュオーバー解析：橋脚崩壊時の正確な作用荷重や応答変位を明らかにするため、参考にプッシュオーバー解析も行った。プッシュオーバー解析の結果から、橋脚の崩壊は天端変位約0.3m時点と判断される。動的応答解析の結果から、レベル2地震時の橋脚天端の応答変位はP1橋脚で最大0.08mであり、崩壊に対する安全率は充分であることが、プッシュオーバー解析の結果からも改めて裏付けられた。

### (3) 景観

本橋梁では、景観に配慮した設計を行うため「追直漁港人工島橋梁検討委員会」(委員長：林川俊郎 北海道大学大学院助教授)を設置し、審議を行った。ジャケット式橋脚は、デザインの自由度が高く様々な形状に対応可能であり、同委員会での審議を経てジャケット式橋脚の景観が決定された。

### (4) 防食・維持管理

本ジャケット式橋脚の耐用年数は、一般漁港構造物と同程度の30年とした。最も厳しい腐食環境にあ

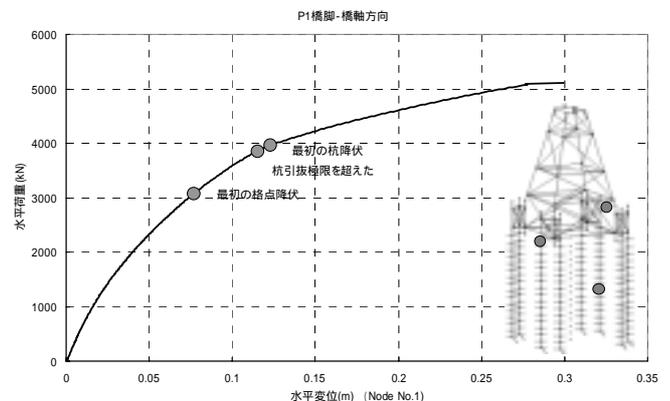


図-2 P1橋脚のプッシュオーバー解析結果

## 4. おわりに

今回、ジャケット構造を道路橋の海上橋脚基礎として世界で初めて採用したことによって得られた成果として以下が挙げられる。外海に面した当該地域では、海洋施工が可能な期間が短く、ジャケット式橋脚を採用したことで、短工期対応という課題を解決できた。ジャケット式橋脚の採用により、水質汚染や騒音などを最低限に抑えることができ、周辺における漁業活動への影響を最小限に抑えることができた。ジャケット式橋脚の採用により、橋梁下部工の工費を削減できた。LCCの点から経済比較を行い、ステンレス巻き付け工法による防食工法を採用したことで、維持管理コストを削減することができた。

### 参考文献

- ・ Coastal Development No.27 (財)沿岸開発技術研究センター 1998年1月 pp30 - 35