

土木研究所資料

第 5 7 5 号

関門橋設計施工調査受託報告書 下部構造に関する調査

昭和 4 5 年 8 月

建設省土木研究所
基礎研究室

目 次

1. 受託実施内容	1
2. 技術指導内容	1
3. あとがき	5

1. 受託実施内容

昭和44年初めより関門橋で下部構造の施工に着手しているが、施工を実施する際に必要な種々な点について技術指導を行なうことを依頼され、次の点を中心として技術指導を行なった。本報告書は技術指導内容についてまとめたものである。

- (1) 施工を行なうにあたって必要かつ十分な施工管理が行なえるように、試験調査方法について指導し、かつその結果の整理方法を示し、その結果に対して技術的判断を与えた。
- (2) 前年に引続いて、追加する必要がある設計計算についてその計算方法を示し、その結果についてのまとめについて指導した。
- (3) 掘削後に現われた地盤に対して、地質の良否、その判定に必要な試験方法およびその結果に対して土木研究所の見解を示した。

以下に技術指導内容の項目について順を追って示す。

2. 技術指導内容

(1) 昭和44年6月30日

- (i) 震度法、2自由度系としての設計法、動的解析についての位置づけと関門橋下部構造の最終設計までの背景について

震度法は上部構造との間に連続性がないし、2自由度系としての設計法は1自由度のスペクトル曲線を用いているので、厳密な意味では連成される振動系に適用することができない。震度法、2自由度系としての設計法はいずれも設計方法であるから、完成した時点での動的な応答を検討する必要がある。

(ii) 門司側橋脚の設計と施工の結びつき

1. 頂版は塔よりの応力集中が大きいので、塔直下の頂版下縁応力を軽減し、施工性をよくすることを考えた方が有利である。
2. 異常時におけるコンプレッサーの容量を決定する必要があり、できれば停電時を考えて、2系統とするのが望ましい。
3. 硬い岩盤が現われる範囲と底面の岩盤の強度について調査する必要がある。
4. 海側に傾斜する可能性があるので、サンドルを設ける必要がある。(刃口金物据付時)

(iii) 門司側橋台の設計と施工の結びつき

1. ケーブルベント隅角部の応力集中が大きいので、ベント背面にハンチを設け、力の流れをよくする。

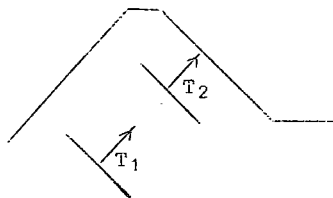
2. スプレーサドルの幅を検討し、荷重強度を下げることを考える。
3. アイバーヘッドの付着を切ることを考える。
4. エア・スピニング方式の1次コンクリートとアイバーの付着は考えない構造とする。
5. 構造は全体系を考えて設計し、原則として鉄筋コンクリート標準示方書を適用する。
6. アンカブロックに対して、ケーブルよりの張力の作用位置により応力特性が異なってくる。エア・スピニング方式を前提にして考えると次のようになると思われる。

補剛桁架設完了時

T_1

補剛桁完成時

$T_1 + T_2$



(iv) 下関側橋脚の形式について

1. 門司側橋脚の頂版の応力集中を考えると、セル形式は不利である。
2. マッシュ形式は F E M の結果からセル形式よりも応力状態がよい。また地盤反力は大差ないので有利である。
3. 各橋脚の運動が別々であるから、繋ぎ梁の設計が不可能であるし、また、2基の基礎は別々の変形をするので、マッシュ形式に繋ぎ梁を設けた形式はあまり良くない。

(2) 昭和44年8月19日

- (i) 下関側および門司側橋台については、ボーリングおよびテストピットによる調査結果と掘削した地盤との間には大きな差異は認められない。
- (ii) 下関側橋脚において、基礎地盤の状態を正確に把握するために5mメッシュ状にボーリング中であるが、ボーリングNo.13, 14, 19により橋脚セット面近くに破碎帯の存在が認められる。破碎帯の方向は海峡とほぼ同方向と考えられるが、さらに追加ボーリングを行い、破碎帯のゾーニングを行なう必要がある。

(3) 昭和44年10月27日

(i) 門司側および下関側下部構造の地質調査について

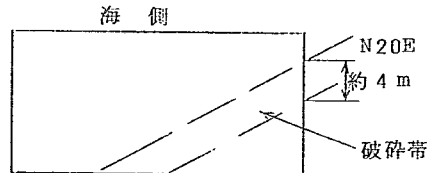
1. ボーリング調査による結果と掘削した時点での地質調査との間には大きな差異は認められない。
2. 構造物底面の地質判定

(a) 門司側橋台

一部にホルンフェルスが現われているが、全体的に評価するとボーリング調査による結果と掘削により露出した地盤の状況はよく合致し、想定した基礎地盤としては、十分だと考えられる。

(b) 下関側橋脚

一部にホルンフェルスの破碎帯がはさまっており、図に示すように分布していることを確認し、その深さ方向と広がりについて基礎研究室の判断とその対策を示した。



(c) 下関側橋台

前面の亀裂破碎帯は非常にクラックが多いので、載荷試験をして、変形係数をきめて、判定するとよい。また、原地形が谷部であつた底面中央部は若干砕碎状になつていところがあると考えられるのでその部分に対して載荷試験を行なつて、変形係数を求め、判定する方がよい。

(4) 昭和44年11月10日

(i) 許容最高温度の決定は次のものを考慮に入れる。

(a) ブロックの大きさ

(b) コンクリートの引張応力度、またはコンクリートの伸び能力

(ii) 最終安定温度は年平均気温とする。

(iii) 有効弾性係数は $E = 210,000 \text{ Kg/cm}^2$ 程度として計算を進める。

(iv) 計算方法としては、許容最高温度の推定にはブロックの平均温度を用いるので、局部的には多少の誤差はあるが、リフトの厚さ、コンクリートの熱的性質などをパラメータにした図式解法で十分な成果はあげられる。2次冷却などの時間効果のはいるものについてはケースを選び、温度計算を行うのがよい。これは土研のプログラムを使用すればよい。

(v) ブロック割

(a) 門司側のブロック割は大略バランスがとれていると考える。

(b) グラウトリフトについて

ダムでは15m程度であるが関門橋の場合は周囲の拘束がないので7~8mにするとよい。

(5) 昭和44年11月18日

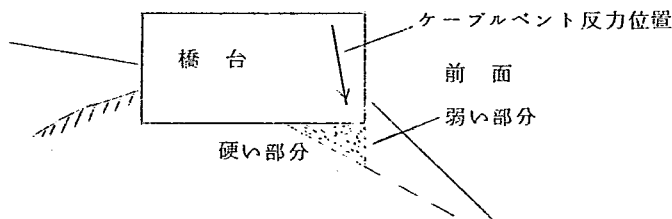
(i) 門司側および下関側橋台の基礎底面の地質判定について

(a) 下関側橋台の基礎地盤は、今までの調査で予想していたのとかなりよく一致しており、計画どおりとする。

(b) 門司側橋台については図に示すように、ケーブル直下の基礎底面は弱く、中央部の岩盤が硬いので硬い部分を支点とした片持梁となつて、橋台躯体に大きな曲げ応力が生じる可能性はある。

したがって、この部分を8m程度下げること考えられ、掘削面でのボーリングによつて、

その深さを確認することが必要である。その結果を待ち、置換工法をとるか、橋台を取付側に後退させるか、両案を検討する。



(6) 昭和44年12月11日

(i) 施工管理に必要な埋設計器について

1. 計測器を埋設する目的は次のものと考ええる。
 - (a) 計測することにより設計方法の妥当性と、設計条件内で絶対に安全であることを確認する。
 - (b) 測定結果を今後の設計の参考資料とする。
 - (c) 施工管理を主目的とする。
 - (d) 安全管理をも目的とする。
2. 間隙水圧計のフィルターの目は、基礎が岩であるので、小さいのより、大きめを使用した方がよい。
3. 平面応力を知るには、面内で3方向と照査に1方向、計4方向に歪計を配置することにより、主応力を明らかにする。
4. 測定計器は能率よく配置し、無駄のないようにする。あらかじめ将来まで観測するもの、ある程度の期間でよいもの、一時的に測定し完成後は不要なものにわけておく。

(7) 昭和45年2月18日

(i) 門司側橋脚の地質判定および設計、施工の問題点について

1. 全般的に風化岩とされていた岩盤のキレツが非常に少ないので、圧縮性は高いと考える。
2. 構造物の安定について
地盤は降伏荷重、破壊荷重などから、地耐力を問題にすべきではなく、むしろ変形係数を問題にして、それから構造物の基礎底面の位置を検討する。
3. 載荷試験は次の要領で行なうとよい。
 - (a) ジャッキの最大荷重を300 t/m²程度とする。
 - (b) ジャッキ推力は30 t程度とする。
 - (c) 荷重サイクルは0, 10, 20, 30 tで、載荷条件としては処女荷重は1, 2, 4, 8分、繰返荷重は2分間継続する。

(d) 各サイクルの最大荷重で 8～16分載荷を続ける。

(e) 載荷板径は $\phi=300$ mmとし、たわみ計算の上板厚を決める。

(f) 位置は、硬岩 1ヶ所、土砂 2ヶ所、軟岩 3ヶ所とする。

(ii) 載荷試験結果の解析について

(1) 変形係数の深さ方向の補正をしない場合について解析する。

(2) 変形係数が深さ方向に変化するとした場合について解析する。

(3) 支持力は極限支持力を問題にすべきでなく、変形から定めるべきである。

以上解析をして、載荷試験により求めた変形係数が設計時の底面に接する地盤の変形係数との値の開きについて、その影響を明かにし、許容値内にあるか、ないかによつて、地盤の良否を判定する。

(iii) 門司側橋台の地盤判定

昭和44年11月18日の時点で前面の地盤が問題になっていたが、ほぼ掘削の完了したこの時点では特別な対策は必要ないと判断される。最終的判定は載荷試験の変形係数によるのがよい。

3. あ と が き

以上、簡単に技術指導内容を紹介し、受託報告書とする。これらの技術指導内容は関門架橋工事事務所との意見の交換の際にまとめられた議事録にもとずき、その一部を抜粋したものである。建設省土木研究所基礎研究室の考えが少しでも関門橋の建設に役立つことは大変喜ばしく思っている。次の主な担当者他に、コンクリート関係については、コンクリート研究室 柳田力室長およびダム構造研究室 飯田隆一室長にお世話になつたことを附記し、感謝の意を表する。

基礎研究室長	吉	田	巖
基 研 研 究 室	足	立	義 雄
"	桑	原	啓 三