

フルサンドイッチ合成構造沈埋函の設計概要

運輸省第三港湾建設局 正会員 小島朗史 （株）リエソナルコンサルタンツ 正会員 高橋正忠
同 上 川瀬 洋 同 上 正会員 渡辺英夫

1. はじめに

神戸港では、ポートアイランド（第2期）等の整備・利用に伴い、今後増大する交通量を円滑に処理するためにポートアイランドと既成市街地とを結ぶ神戸大橋に続く第2の道路として、沈埋トンネルの建設が計画されている。沈埋区間の延長は約520mで6函の合成構造方式沈埋函により構成される。合成構造方式の沈埋函としては、側壁と下床版にオープンサンドイッチ構造が採用された大阪南港トンネルがある。本沈埋函ではさらに施工性の向上、工期短縮ならびに経済性の向上をめざして、上床版と側壁にフルサンドイッチ構造を採用した。この構造に関して、現在、各種の確認実験と詳細設計を実施している。本稿では、フルサンドイッチ構造に関する構造・施工法の概要、設計・施工上の課題および設計法の概要について述べる。

2. 沈埋函の構造および施工法の概要

本沈埋函の標準断面図を図-1に示す。上床版と側壁は、鋼板とそれに挟まれたコンクリートがシアコネクタにより一体となって挙動する『フルサンドイッチ構造』（平面寸法約3m×3m程度の隔壁構造）であり、下床版は部材外側の鋼板とコンクリートを一体化した『オープンサンドイッチ構造』であり、隔壁と中壁はRC構造である。

沈埋函の構造形式の選定にあたっては、部材の種類（上床版、側壁、下床版）と合成構造の種類（オープンサンドイッチ構造、フルサンドイッチ構造）とを組合せた各種構造形式について比較検討し、施工性の向上、工期短縮ならびに経済性の向上に優れた本形式を採用した。

沈埋函の施工は、Aドックでの鋼殻組立→浮上・ドックシフト→Bドックでの鋼殻内へのコンクリート打設（底版：普通コンクリート、側壁・上床版・隔壁・中壁：高流動コンクリート）→浮上・曳航→沈設・埋戻しの順序で行う計画である。

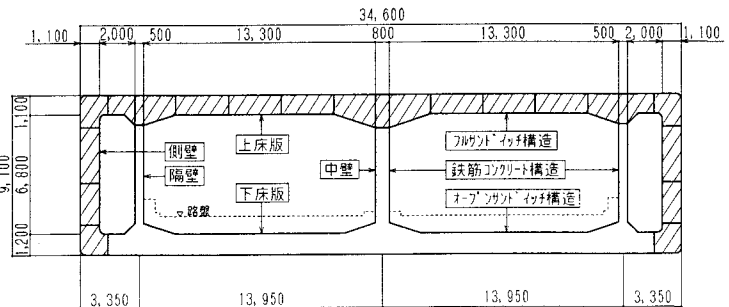


図-1 沈埋函の標準断面図

3. 設計法の概要

フルサンドイッチ構造部材の設計は、上記に示した全ての施工段階と供用時に対して行う。その内容は、鋼殻とコンクリートとが一体となる前の鋼殻構造の設計と、一体となった後の合成構造の設計からなる。すなわち、鋼殻構造の設計は鋼殻組立時・浮上曳航時・高流動コンクリート施工時の荷重作用に対して、フルサンドイッチ構造の設計は供用時荷重に対して行うことになる。

設計にあたっては、鋼コンクリートサンドイッチ構造設計指針（案）¹⁾（以下、サンドイッチ指針と呼ぶ）が参考となるが、沈埋函への適用にあたっては以下のような課題が抽出された。

① 高流動コンクリートの充填性：フルサンドイッチ構造を実現するためには、鋼殻内（特に鋼殻内のシアコネクタ周囲）にコンクリートを確実に充填しなければならないが、本構造に対する高流動コンクリートの

最適配合、性質、施工方法、充填性、品質管理の方法などを明らかにする必要がある。

② シアコネクタの設計法：シアコネクタの寸法・形状が、サンドイッチ指針作成の際に参考とされた実験のものより大型となるため、ずれせん断耐力や配置間隔の影響を実構造にあわせて評価する必要がある。

③ 施工時応力の取扱い：高流動コンクリート充填の際に鋼板やコンクリートに発生する施工時応力の取扱いを明らかにする必要がある。

④ 隅角部の補強構造：隅角部はせん断力や曲げモーメントが大きく、応力集中も起こりやすいため、構造上の弱点とならないようなディテールでなければならない。

⑤ 設計上の技術的信頼性の確認：組み立てた設計手法によって設計された構造が安全なものとなっているかどうかの確認を要する。

上記の課題を解決するため、①コンクリート充填性確認実験、②形鋼ずれ止めせん断実験、③施工時応力影響確認実験、④隅角部強度確認実験、⑤はり部材曲げ確認実験を実施し、実験で得られた知見を設計へ反映させることとした。設計法の主要点は以下のとおりである。

① 設計法の基本：フルサンドイッチ構造に対する設計の考え方は、基本的にサンドイッチ指針に準じているが、同指針は限界状態設計法に基づいており、従来設計法との整合性や安全係数の設定などに関する問題があるため、設計は原則として許容応力度設計法により行い、限界状態設計法により照査を行うものとした。

② 軸方向力と曲げモーメントに対する設計：鋼板を鉄筋とみなして、RC慣用理論による引張鋼板の応力度を許容応力度以下とする。

③ せん断力に対する設計：平均せん断応力度が許容せん断応力度（ $\sigma_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$ ； $\tau_a=4.5\text{kgf/cm}^2$ ）を超える場合には、部材軸方向に配置したせん断補強鋼板によって抵抗させる。

④ ずれせん断力に対する設計：鋼板とコンクリート間のずれせん断力は、シアコネクタとダイヤフラムによって抵抗させる。港湾技術研究所の共同研究で実施された実験方法²⁾に準じたずれせん断実験の結果、サンドイッチ指針によるせん断耐力は、実験結果に比較して大きめな値となるため、実験結果に対して安全率3を考慮して許容ずれせん断力を設定した（例えば、形鋼L-150×150×12の場合、 $S_{scd}=25\text{tf/m}$ ）。

⑤ 隅角部の設計：実構造での事例がないため、

図-2に示した構造に対する強度確認実験を実施し、十分安全な構造であることを確認した。

⑥ 施工時応力の扱い：施工時応力影響確認実験の結果、設計上コンクリート打設時における鋼板の板曲げ応力を供用時の設計に考慮しなくとも安全であることを確認した。

なお、オープンサンドイッチ構造である下床版の設計は、大阪南港トンネル³⁾に準じた。

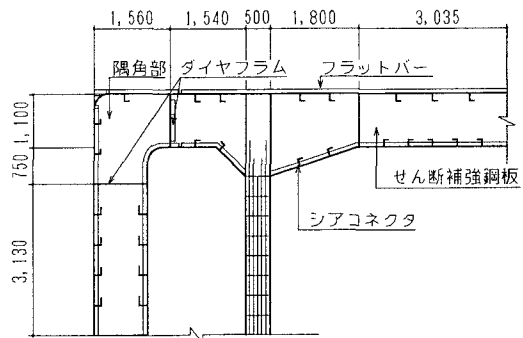


図-2 フルサンドイッチ構造の詳細

4. おわりに

現在、細部構造の設計、製作方法の詳細および高流動コンクリートの品質管理手法の検討等を進めているところであり、平成6年度中には函体製作の開始を予定している。

なお、本構造の検討および実験計画・解析にあたっては、神戸港港島トンネル専門委員会（委員長：園田恵一郎大阪市立大学教授）で審議していただいた。ここに記して謝意を表する次第である。

〔参考文献〕

- 1) 土木学会：鋼コンクリートサンドイッチ構造設計指針（案）、平成4年7月
- 2) 木村、小島、清宮：試験方法による山形鋼ズレ止めの耐荷力の相違、土木学会第48回年次学術講演会
- 3) 運輸省第三港湾建設局神戸調査設計事務所：合成構造沈埋函設計指針（案）、平成4年7月