

I-93

大阪港沈埋トンネル合成構造沈埋函の設計指針について

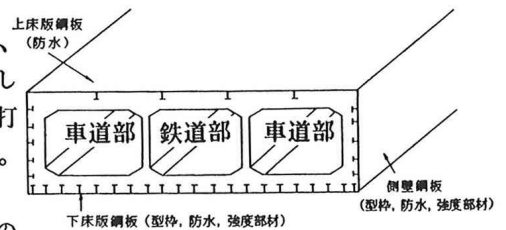
運輸省第三港湾建設局 正会員 遠藤 博
 同 上 正会員 川合紀章
 同 上 正会員 北山 斉

1. はじめに

大阪港においては、現在、港区と南港埋立地を結ぶ沈埋トンネルが建設されている。本トンネルの沈埋部は、長さ100mの沈埋函10函よりなるが、沈埋函の構造に我が国初の合成構造を採用したところに特徴がある。本沈埋函を設計するに当たっては、合成構造は道路橋床版などの類似構造物はあるものの、わが国では本トンネルに代表される大規模海洋構造物においては合成構造を適用した例はなく、また、「鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドライン」については中間段階の設計基準であり、適用するには限界があることから、沈埋函に合成構造を適用するに当り技術的な信頼性を確認するための構造実験(はり部材載荷実験、隅角部強度確認実験、函断面載荷実験及び押し抜きせん断実験)を実施した上で、本トンネルを設計するための指針案を検討した。本稿では、大阪沈埋トンネル合成構造沈埋函の設計指針について報告する。

2. 合成構造方式沈埋函の特徴

本沈埋函で採用した合成構造は、沈埋函の外側鋼板のうち、側壁及び下床版は、スタッドジベルでコンクリートと一体化した合成構造を採用し、上床版はRC構造とし、コンクリート打設方向が上向きになるため防水機能のみ持たせることとした。



3. 合成構造方式沈埋函の設計指針の概要

設計指針は10章から構成され、1章が総則として本指針の適用範囲、2章が基本構造、3章が設計の基本として「許容応力度法の採用」、4章が断面算定の設計理論として横断面及び函軸方向の断面算定法、5章がずれ止めの設計、6章が補剛材の設計、7章が隅角部の設計、8章がひび割れに対する設計、9章が防食、10章が設計条件についてまとめることとした。このうち、今回の設計指針の特色が出ているのは5章、7章、9章であり、その特徴について述べる。

図-1 合成構造沈埋函のイメージ

① ずれ止めの設計

• ずれ止めとしては、実績が豊富なスタッドジベルを基本とするが、スターラップの鉄筋径が標準的なスタッドジベルの軸径とほぼ同程度なることより、スターラップを鋼板に溶植し、ずれ止めとして有効活用することとした。これについては、鋼板に溶植したスターラップの押し抜きせん断試験を実施し、スターラップが同程度の軸径のスタッドジベルのせん断耐力と同等以上の評価を行って問題ないことが確認できている。また、はり部材載荷実験を実施し、スターラップのひずみについて解析した結果、合成構造のスターラップの挙動は、鉄筋コンクリートのものと同様の傾向をしめしていること、破壊後の観察によっても特に問題となるような変形は生じていないことから、斜引張応力と水平せん断力の共同作用に対しても問題なく抵抗できること、異種のずれ止めを混合して用いたことによる影響も特になくことが確認できている。

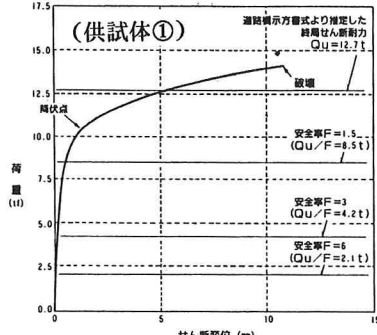


図-2 ずれ止めの打設状況

• また、スタッドジベル及びスターラップの許容せん断力式の中のずれ止めの安全率を3とした。これについては、スタッドジベルの許容せん断力式として広く実用化されている道路橋示方書Ⅱ鋼橋編9.5.6に示

表一 押し抜きせん断実験結果

ずれ止め種類	供試体No.		コンクリート 圧縮強度 (kgf/cm ²)	ずれ止め1 本当りのせん 断耐力 (tf)	道路橋示方書式 より推定した1 本当りのせん断 耐力 Qa(tf)
	径(mm)	長さ(mm)			
スタッド ジベル	下床版に相当 ①	19	385	14.1	12.7
	上床版に相当 ⑥	150	358	13.5	12.3
	側壁に相当 ②		387	14.7	12.8
スター ラップ	下床版に相当 ①	19	357	15.1	12.4
	上床版に相当 ⑦	330	358	11.7	12.4
	側壁に相当 ②		367	13.3	12.6

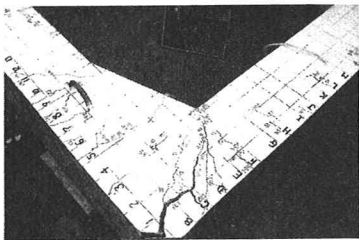


図一3 スタッドジベルの荷重—せん断変位

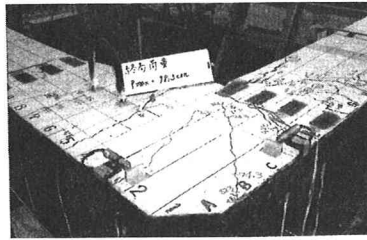
される式(9.5.1)では、ずれ止めの破壊に対する安全率は6以上になるが、橋梁は繰り返し荷重による疲労の影響が大きいため、道路橋示方書の安全率にはそれが考慮されているものであり、繰り返し荷重の影響が設計上無視しうる沈埋函の場合には、安全率を低減することができると考えた。このため、はり部材実験を実施した結果、ずれ止め安全率3の供試体では、載荷荷重が設計荷重を越えてもずれ止めの破壊等の現象は見られなかった。また、各段階の実験値荷重も理論値とほぼ同程度であり、しかもRC供試体と同程度以上の耐力を有することを確認できている。さらに、押し抜きせん断試験の結果から、スターラップの許容せん断力は道路橋示方書等に提案されているスタッドジベルのせん断力算定式により妥当な評価得られることが確認できている。

②隅角部の設計

今回の構造が側壁及び下床版が合成構造、上床版がRC構造であるため、合成構造とRC構造の取り合い部分となる隅角部の設計が問題となる。側壁鋼板は上床版側まで延伸させずれ止めにより確実に定着させることとしたが、これは、定着長を上床版側までとった場合と側壁上端部で止めた場合の隅角部の載荷実験を実施し、後者では隅角部対角線方向に生じたひび割れが拡大して、隅角部が引き裂かれるような破壊を呈したので、前者に改良したものである。

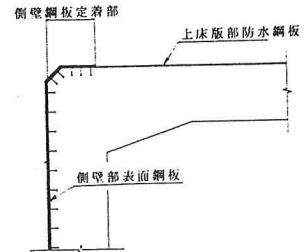


改良前



改良後

図一4 隅角部破壊実験による破壊状況



図一5 隅角部(側壁上部)の構造

③防食の設計

表面鋼板を強度部材としているため防食処理を施す必要がある。防食工法としては、実績及び信頼性から電気防食とし、メンテナンス及び経済性から流電陽極方式を採用した。ただし、表面鋼板は永久構造の主要部材として重要な役割を持つことから電気防食の設計耐用年数を100年とした。

4. あとがき

本指針をもとに、沈埋函の詳細設計を実施し、現在沈埋函を製作中である。平成5年1月頃には港区側換気塔へ第1号函が沈設される予定になっており、工事も順調に進捗している。

最後に、本指針のとりまとめに当たっては、園田恵一郎大阪市立大学教授を委員長とする大阪港海底トンネル技術検討委員会で審議頂いた。ここに記し、感謝する次第である。