

## 超長大吊橋の主塔のための鉄筋コンクリート充填鋼管（RCFT）構造

八戸工業大学 学生会員 毛利栄一郎  
 八戸工業大学 フェロー会員 塩井幸武  
 八戸工業大学 正会員 長谷川明

### 1. はじめに

津軽海峡大橋は北海道と本州を結ぶ連絡橋である。現在、下北半島の大間崎と亀田半島の汐首岬を結ぶルートと、津軽海峡の竜飛岬と松前半島の白神岬を結ぶルートが計画されている（図-1）。この構想で提案されている2ルートの距離はともに19kmであり、津軽海峡大橋は全長20kmとなる計画である。また、津軽海峡は水深が深く、国際海峡であるということから、橋脚数が少ないことが望ましい。そのことから2000m+4000m+4000m+2000mの4径間連続梁（図-2）と計画した結果、主塔基部にかかる荷重が70万トンとなる。このような、超長大橋の設計において従来の鉄筋コンクリート（RC）鋼製の主塔では実現が難しくなっている。そこで我々は、鋼管と、コンクリートまたはRCを合成したコンクリート充填鋼管（CFT）、鉄筋コンクリート充填鋼管（RCFT）構造の力学的特性を明らかにし、津軽海峡大橋の実現へ役立てることを目的としている。



図-1 津軽海峡大橋のルート

### 2. 研究概要

本試験は、橋脚をモデルとした円形断面のCFT、RCFT、RC、鋼管試験体に正負交番水平載荷実験（図-3）を実施し、曲げせん断試験を行った。試験体の寸法は図-4に示す。荷重制御方式とし、載荷速度1kN/sec、載荷ピッチ10kNとし、塑性域から3回の繰り返し載荷とした。ひずみは鋼管表面44カ所、内部コンクリート24カ所で測定した。試験の終了条件は最大荷重の90%とした。

使用材料は、普通鋼管にSS490、リブ付鋼管にSTK490、主鉄筋（6mm）にSR235、帯鉄筋（3mm）にSWRM6TM（鋼線）を使用した。コンクリートは圧縮強度46.8N/mm<sup>2</sup>の高強度コンクリート、圧縮強度23.7N/mm<sup>2</sup>の低強度コンクリートとした。

測定項目は各試験体の最大曲げモーメント、変位、ひずみである。

### 3. 試験結果

表-1に、最大曲げモーメント、靱性率を示す。最大曲げモーメントはR60LWが最も高く、次いでR60HM、R60LBとなり、リブ付きの試験体が高い値を示した。配筋別では二重リング、大リング、小リングの

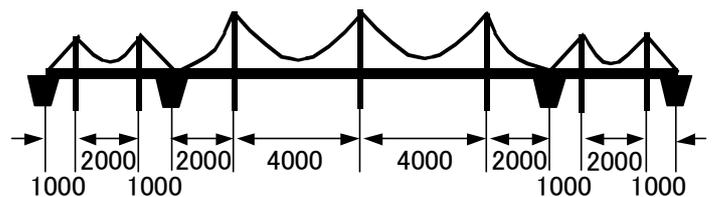


図-2 津軽海峡大橋概要 (m)

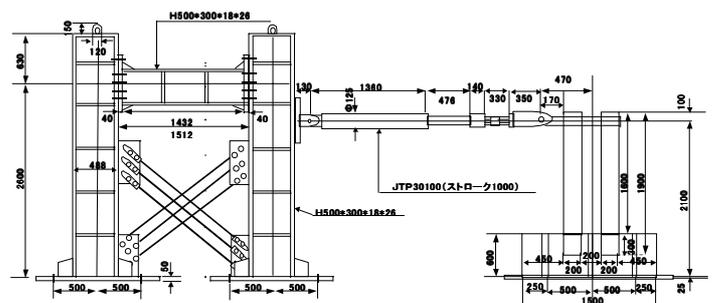


図-3 正負交番水平載荷実験 (mm)

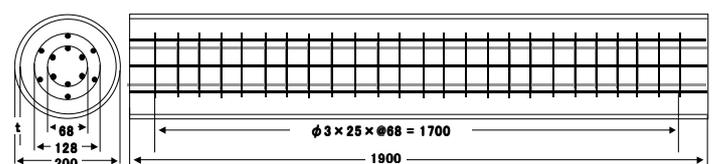


図-4 試験体寸法 (mm)

キーワード 津軽海峡大橋、コンクリート充填鋼管、鉄筋コンクリート充填鋼管、リブ、靱性

連絡先：八戸工業大学構造工学研究所塩井研究室 Tel.0178-25-3111(内3107) E-mail www-shioi@stud.hi-tech.ac.jp

順となった。これは、二重リング、大リングとも、外側に鉄筋を配置しているため、コンクリート表面からのひび割れを抑制しているためと考えられる。また、リブ付鋼管と普通鋼管を比較すると、充填コンクリートの破壊状況に違いが見られた。普通鋼管を使用した CFT、RCFT では、試験体基部に大きなひび割れが集中している（写真-1）のに対し、リブ付鋼管を使用した CFT、RCFT はリブの部分からの小さなひび割れがみられ、大きなひび割れは見られなかった（写真-2）。このことから、リブはコンクリートと鋼管の付着を高める作用の他に、ひび割れを分散させ、ひび割れによる強度低下を抑制すると考えられる。

靱性率は最大荷重 90%時の変位を、初期降伏時の変位で除した。全供試体の中で、N45HM が最も高い値を示した。配筋別に比較すると、二重リングが高い値を示した。また、CFT よりも RCFT の方が高い靱性を示した。

図 - 5 にリブ付鋼管 6.0mm に RC (大リング) を充填した RCFT の断面ひずみ分布図を示す。この図は試験体の左側から水平載荷（引き）時の断面内のひずみ分布である。中空鋼管では中立軸が断面の中心にあるが、コンクリートを充填することで圧縮側断面が小断面になり、圧縮側に中立軸が移動してバランスする。なお、鋼管に、高強度コンクリートを充填すると中立軸が更に圧縮へシフトする。ひずみが小さい初期の段階では充填コンクリートと鋼管のひずみがほぼ直線上にあるが、終局状態では、引張側の充填コンクリートのひずみがほとんど増大しなくなり、引張側コンクリートのひび割れの発生が推定される。以上のことから、充填コンクリートは構造部材として積極的に評価することができる。

地震時の、エネルギー吸収性能については、等価減衰定数を用いて評価した。図 - 6 に RCFT (リブ付鋼管) 試験体の減衰定数を示す。中空鋼管に比べ、CFT、RCFT が高い値を示した。

4.まとめ

1) 鋼管にコンクリートを充填することで、高い耐荷力と靱性を確保できる。

2) 鋼管内部にリブを取り付けることにより、合成効果を高める作用とともに、リブからの小さなひび割れを発生させ、大きなひび割れを抑制する効果がある。

3) 配筋を二重にすることで、最大曲げモーメント、靱性とも高い値を示す。

4) CFT、RCFT は高いエネルギー吸収性能を有する。

以上のことから、CFT、RCFT は、超長大橋の主塔としても、十分な信頼できる構造物といえる。

表 - 1 試験結果

試験体名	板厚(mm)	特徴	最大曲げモーメント (kN・m)	靱性率 ( $\sigma_{90}/\sigma_y$ )
N32CH	3.2	鋼管のみ	87.35	2.5
N32HM		高強度コンクリート	188.96	6.5
N32LM		低強度コンクリート	160.76	7.2
N45CH	4.5	鋼管のみ	140.81	2.0
N45HM		高強度コンクリート	219.83	7.8
N45LM		低強度コンクリート	158.48	7.0
N60CH	6.0	鋼管のみ	204.77	4.4
N60HM		高強度コンクリート	262.22	3.6
N60LM		低強度コンクリート	263.49	3.2
N60LB		RCFT(大リング)	*205.67	*
N60LS		RCFT(小リング)	*200.52	*
N60LW		RCFT(二重)	293.34	3.8
R60CH		リブ付6.0	鋼管のみ	262.71
R60HM	高強度コンクリート		380.33	2.7
R60LM	低強度コンクリート		325.46	2.3
R60LB	RCFT(大リング)		379.50	3.1
R60LS	RCFT(小リング)		349.85	3.2
R60LW	RCFT(二重)		380.34	4.5
CLB	鋼管なし		RC(大リング)	17.51
CLS		RC(小リング)	20.78	-
CLW		RC(二重)	35.42	-

\*計測トラブル

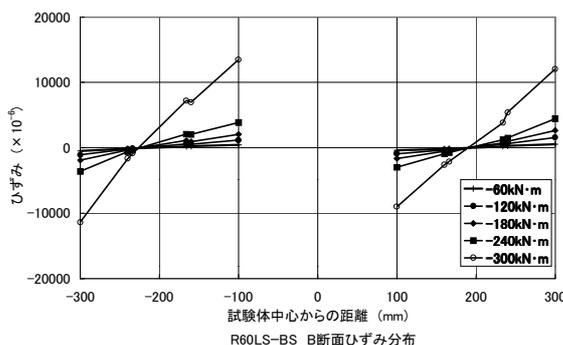


図 - 5 RCFT の断面歪み分布

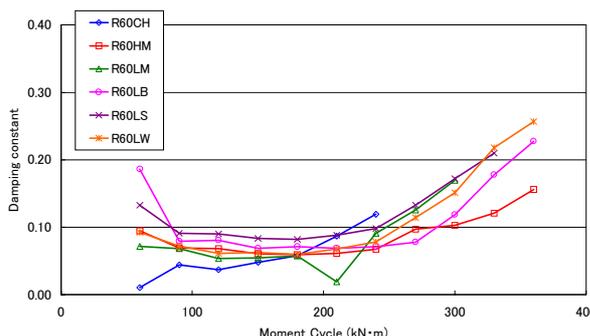


図 - 6 RCFT (リブ付) の減衰定数

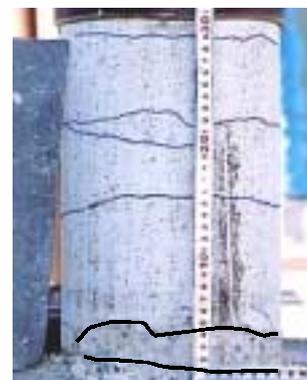


写真-1 普通鋼管の内部



写真-2 リブ付鋼管の内部