

船舶技術研究所報告（第18巻第5号）に掲載の論文等の紹介

研究論文の紹介

大深度石油掘削船の自動位置保持装置に関する研究

——大型模型による総合水槽試験——

安藤 定雄, 矢後 清和

村山雄二郎, 菊地 正晃

大深度石油掘削船の自動位置保持装置に関する研究

——位置保持制御系の高性能化の研究——

村山雄二郎, 菊地 正晃

矢後 清和

資料の紹介

大深度石油掘削船の自動位置保持装置に関する研究

——自動位置保持システム用スラスターの性能調査——

上田 隆康, 菅井 信夫

塚田 吉昭

船舶技術研究所では、昭和53年度から3カ年計画で石油掘削船の自動位置保持装置の技術開発に関連する研究を実施した。対象とした船型は、水深1,000メートル程度の海域で移動する掘削船として、種々の要素を勘案して2ローハル型船型を採用し、制御用として、1ローハル当たり2台ずつのサイドスラスト及び1台の船尾推進器を備えるものである。

近年、世界各国はエネルギー資源をめぐる厳しい国際環境のもとで、石油、天然ガス等の探査、開発に積極的に取り組んでいる。その重要な一環として、大陸棚をはじめ、これまで未開発な海域における石油・ガス開発が推進されるようになった。即ち石油掘削船深度もこれまでの大陸棚の海域から、さらに大陸棚周辺海域（Outer Continental Shelf, OCS）にまで増大する傾向にあり、1980年代の初めには水深1,000メートルの掘削船が実現すると考えられている。

このような大深度の石油掘削船の位置保持は、浅海域でのジャッキアップ方式、或いは索鎖による係留方式などの従来から広く用いられている方法によることは技術的、経済的に困難であり、いわゆる自動位置保持装置による制御に頼らざるを得ない。

自動位置保持装置は、水面に浮遊する掘削船に取付けられたスラスターや推進器を、所定の位置からの船体のずれを一定の範囲に納めるよう制御する装置であるが、風、潮流、波浪などの自然条件の厳しい大深度海域において、掘削船の所要性能を保持する制御を行うことは、種々の点で困難な問題がある。

すなわち、風や潮流のように強さや方向が大きく変化する外力に抗して位置を保持する能力を充分有すると共に、波浪のように急激に変動する外力に対しても安定性を確保するための十分な応答特性を持つ必要がある。石油掘削時の外力条件も後述するように、かなり厳しく、かつ船体に要求される制御精度も厳しい。

自動位置保持装置を備えた石油掘削船に特有な技術（システム）は次の5つであるといえる。

- (1) 位置検知システム
- (2) 位置制御システム

(3) 推進システム

(4) 船型

(5) 上記を組合せたトータルシステム。

これらの要素技術の現状及び問題点については「大深度石油掘削船自動位置保持装置研究開発委員会」において詳細な検討がなされている。¹⁾

これを参考とし、船舶技術研究所においては、位置制御システム、推進システムの各要素システムと、これらを船型に取付けたときのトータルシステムの制御性能の3つの分野における研究を実施することとした。すなわち、下記に示す4つの項目の研究を行った。

(1) スラスタ特性の研究

ローハルに装備されるスラスタは、制御のため間断なく正逆のスラストを発生させるよう、回転の正逆転あるいはピッチ角の正逆転を強いられる。このような要求に応じられるスラスタ設計のための基礎データを得るための研究である。この研究では、可変ピッチのインペラを持つトル型スラスタの定常運転時の性能試験及び制御時の動的性能試験を行った。

(2) 制御系の高性能化の研究

従来より位置制御に用いられている、いわゆるPID制御方式のほかに、非線形制御方式として最適オンオフ制御方式を採用して、制御実験を行った。この非線形制御方式は、位置偏差の位相面上における最適切換典線を用いる最適オン・オフ制御方式であり、最適切換典線の算定のために常時、外力の推定が必要であることから、一種のフィード・フォワードの機能を持つものと言える。

(3) 船体運動とスラスタ特性との関連の研究

制御実験に用いる船型には、日本舶用機器開発協会における調査研究²⁾で試験された2ローハル型の半潜水船型(B船型)を採用した。これに推進器あるいはスラスタを取付けた場合の、船体に加わる制御力、及びそれによる船体の応答特性を実験的に調べた。この実験で得た基本特性は、上記の制御系の設計に利用され、次の総合評価シミュレーション実験で活用された。

(4) 総合評価シミュレーション実験

上記の3つの要素技術に関する研究を総合して、波浪や潮流中において自動位置保持装置の制御性能を評価する水槽実験を行い、実機に要求される制御性能が実現可能であることを実証した。

これらの研究結果は本研究報告に3編にまとめられて発表される。

なおこれらの研究は、(運輸大臣諮問第7号に対する運輸技術審議会の答申³⁾(昭和49年11月)に対応して)船舶技術研究所の特定研究として、海洋開発工学部、機関性能部、推進性能部の共同研究として実施されたものである。当所の研究に先立って、前述の「大深度石油掘削船自動位置保持装置研究開発検討会」(委員長元良誠三東大教授)が運輸省船舶局に設けられ、調査研究がスタートした。当所の研究はこれと関係を保ちながら実施された。特に、当所の総合水槽実験は、検討会における調査研究のしめくりとして総合的な位置保持性能の評価を行う役割をはたした。

- 1) 運輸省船舶局；大深度石油掘削船自動位置保持装置の研究開発に関する調査報告書，昭和52年3月，53年3月，54年3月，55年3月及び56年3月
- 2) 日本舶用機器開発協会；大深度石油掘削船の船型の調査研究事業報告書，昭和51年3月
- 3) 運輸技術審議会答申(昭和49年11月)―運輸大臣諮問第7号「エネルギー資源をめぐる環境の変化に対応するための船舶技術開発の具体的方策について」に対する―

運輸省船舶技術研究所 海洋開発工学部長

(この論文紹介は昭和53年9月号より続けられております。)