

海洋開發工学概論

第 I 部

海洋資源開發編

第 1 版

2017 年 3 月

本教材は、平成 28 年度国土交通省委託事業「海洋開発技術者育成のための基盤整備業務」において作成されたものです。

目次

1	序論	1
1.1	海洋資源開発の意義・重要性	1
1.2	第I部のねらいと構成	6
2	石油・天然ガス資源の基礎	8
2.1	石油・天然ガス鉱床の形成とその特性	8
2.1.1	石油・天然ガスの物理化学的性質	8
2.1.2	石油・天然ガスの起源と生成過程	10
2.1.3	石油システム	16
2.1.4	在来型資源と非在来型資源	22
2.2	世界の油ガス田	23
2.2.1	世界の主要な油ガス田	23
2.2.2	世界の石油・天然ガス輸出入フロー	26
3	探鉱から生産までの基礎技術	29
3.1	石油・天然ガス開発の概略	29
3.1.1	用語の定義	29
3.1.2	探鉱から生産までの一般的な流れ	29
3.2	探査技術	31
3.2.1	地質調査	31
3.2.2	物理探査	31
3.3	掘削技術	56
3.3.1	ロータリー掘削の基本原理	56
3.3.2	主要な掘削機器	56
3.3.3	掘削流体（泥水）	64
3.3.4	泥水比重のコントロールと坑壁安定性	67
3.3.5	ケーシング計画	70
3.3.6	セメンチング	73
3.3.7	傾斜掘削	76
3.4	物理検層技術（ロギング）	79
3.4.1	概説	79
3.4.2	使用する検層機器、手法	81
3.4.3	得られる情報とその解釈	95
3.5	油層評価	100
3.5.1	油層評価の概要	100
3.5.2	油層岩特性	103
3.5.3	油ガス層流体特性	109

3.5.4	排油機構と油・ガス生産	122
3.5.5	埋蔵量評価	132
3.5.6	油ガス層スタディ	145
3.6	採取技術	149
3.6.1	回収法の基本原理	149
3.6.2	人工採油の方法	150
3.6.3	EOR 法とIOR 法.....	153
3.7	流体生産処理技術.....	158
3.7.1	集油・集ガス.....	158
3.7.2	分離・処理	163
3.8	計量	175
3.8.1	原油の計量	175
3.8.2	ガスの計量	176
3.8.3	多相流流量計.....	179
3.9	貯蔵	183
3.9.1	原油の貯蔵	183
3.9.2	ガスの貯蔵	184
4	海洋油ガス田からの生産技術	189
4.1	概略	189
4.1.1	海洋油ガス田開発の歴史	189
4.1.2	大水深化を支える機器と技術	195
4.1.3	開発プロセス全体の流れ	197
4.2	海洋掘削	201
4.2.1	海洋掘削の概要	202
4.2.2	海洋での掘削方法：ライザー掘削と坑井仕上げ	209
4.2.3	移動式海洋掘削装置（ジャッキアップリグ、セミサブマーシブルリグ、及びドリル シップ）	216
4.2.4	掘削装置	228
4.2.5	坑井掘削作業の手順.....	233
4.3	洋上生産システム.....	236
4.3.1	洋上生産システムの全体概略	236
4.3.2	固定式／浮体式プラットフォームのタイプ別説明・比較・適用基準	240
4.3.3	FPSO／FSO とFloating LNG について	247
4.3.4	プラットフォームを構成する要素技術・設備の解説.....	254
4.3.5	オペレーション概要：設置、生産、払い出し、撤去等の各プロセスについて	260
4.4	海底生産システム.....	265
4.4.1	海底生産システムの概略・適用基準（どんな時に用いられるか）	266

4.4.2	坑口装置（ウェット式／ドライ式）	269
4.4.3	プロセスシステム（海底セパレーター、多相流ポンプ）	274
4.4.4	フローライン	276
4.4.5	リジッドライザー／フレキシブルライザー	278
4.4.6	オペレーション概要：設置、生産、撤去等の各プロセスについて	279
5	海洋油ガス田開発に用いられる船舶及び関連設備	290
5.1	概略	290
5.1.1	オフショア船舶	290
5.1.2	オフショア船舶のオペレーションの概略	292
5.2	物理探査で用いられる船舶	293
5.2.1	物理探査船 三次元物理探査船「資源」	294
5.2.2	かいめい	302
5.2.3	白嶺丸	308
5.2.4	第2白嶺丸	310
5.2.5	海洋資源調査船「白嶺」	312
5.2.6	探査船「大陸棚」	318
5.2.7	地震探査船「Ramform Titan」	320
5.2.8	Flip Ship	323
5.3	掘削に用いられる船舶	324
5.3.1	JAMSTEC ちきゅう	325
5.3.2	ETESCO TAKATSUGU J	334
5.3.3	1950～1960 年代の掘削船	336
5.3.4	1970～1980 年代の掘削船	337
5.3.5	次世代の掘削船の紹介	339
5.4	輸送に用いられる船舶	342
5.4.1	タンカーの分類	342
5.4.2	タンカーの構造	343
5.4.3	液化ガスタンカー	345
5.4.4	シャトルタンカー	349
5.5	受入基地	350
5.5.1	受入基地の形態	350
5.5.2	FSU／FRSU	354
5.6	据え付け・操業に用いられる船舶	361
5.6.1	クレーン船	362
5.6.2	曳船（タグボート）	368
5.6.3	カーゴバージ	371
5.6.4	オフショア支援船（OSV: Offshore Support Vessel）	373
5.6.5	パイプライン敷設船	386
5.6.6	ROV	394

6	新たな海洋資源開発へ向けて	406
6.1	メタンハイドレート	406
6.1.1	メタンハイドレート結晶の構造と物性.....	406
6.1.2	自然界に賦存するメタンハイドレートの資源ポテンシャル	410
6.1.3	日本のメタンハイドレート開発研究の現状	412
6.2	海底鉱物資源	420
6.2.1	海底鉱物資源の概要	421
6.2.2	海底鉱物資源の分布と資源ポテンシャル	429
6.2.3	海底鉱物資源開発への展望	439
7	(付録) 代表的な船舶の事例	450