

2-1-8. 空気減圧表試算 F ～40msw,160分連日作業中の体内窒素分圧変動に関する試算

試算Fでは、翌朝のPN₂低下を目的とした減圧完了後の酸素吸入を実施しないで連日作業を行った場合の体内窒素分圧の変動状況についてシミュレーションした。ただし、減圧過程における12msw以浅の酸素吸入は行っている。また、対象とした深度と滞在時間は、40msw,160分についてである。これは、6日連日作業を行った場合一週間の最大酸素暴露量を超えない最大の滞在時間に近いケースである。なお、細かい停止圧毎のPN₂と停止時間の計算結果は表示せず、各日作業終了時の窒素分圧値のみを結果として示している。

表3-21 連日作業時におけるPN₂変動表 (40msw,160分×6日,大気帰還後酸素吸入無し)

連日作業1日目(月曜日)	区間時間 (分)	組織の半飽和時間									酸素濃度	PO ₂	OTU
		5	10	20	40	80	120	160	200	240			
大気帰還後 60分休憩後のPN ₂	60.000	7.901	7.917	7.818	8.099	10.913	12.500	13.568	13.780	13.724	0.000%	0.000	0.0
現場退場時のPN ₂	139.000	7.900	7.900	7.899	7.918	8.804	9.961	11.004	11.533	11.799	0.000%	0.000	0.0
翌日 8:00 のPN ₂	900.000	7.900	7.900	7.900	7.900	7.900	7.911	7.963	8.061	8.190	0.000%	0.000	411.432

連日作業2日目(火曜日)	区間時間 (分)	組織の半飽和時間									酸素濃度	PO ₂	OTU
		5	10	20	40	80	120	160	200	240			
大気帰還後 60分休憩後のPN ₂	60.000	7.901	7.917	7.818	8.099	10.913	12.502	13.581	13.824	13.824	0.000%	0.000	0.0
現場退場時のPN ₂	139.000	7.900	7.900	7.899	7.918	8.804	9.962	11.011	11.560	11.865	0.000%	0.000	0.0
翌日 8:00 のPN ₂	900.000	7.900	7.900	7.900	7.900	7.900	7.911	7.963	8.062	8.195	0.000%	0.000	822.865

連日作業3日目(水曜日)	区間時間 (分)	組織の半飽和時間									酸素濃度	PO ₂	OTU
		5	10	20	40	80	120	160	200	240			
大気帰還後 60分休憩後のPN ₂	60.000	7.901	7.917	7.818	8.099	10.913	12.502	13.581	13.825	13.825	0.000%	0.000	0.0
現場退場時のPN ₂	139.000	7.900	7.900	7.899	7.918	8.804	9.962	11.011	11.560	11.867	0.000%	0.000	0.0
翌日 8:00 のPN ₂	900.000	7.900	7.900	7.900	7.900	7.900	7.911	7.963	8.062	8.195	0.000%	0.000	1234.297

表 3-21 続き

連日作業 4 日目 (木曜日)	区間時間 (分)	組織の半飽和時間										酸素濃度	PO ₂	OTU
		5.	10	20	40	80	120	160	200	240				
大気帰還後 60 分休憩後の PN:	60.000	7.901	7.917	7.818	8.099	10.913	12.502	13.581	13.825	13.826	0.000%	0.000	0.0	
現場退場時の PN:	139.000	7.900	7.900	7.899	7.918	8.804	9.962	11.011	11.560	11.867	0.000%	0.000	0.0	
翌日 8:00 の PN:	900.000	7.900	7.900	7.900	7.900	7.900	7.911	7.963	8.062	8.195	0.000%	0.000	1645.730	

連日作業 5 日目 (金曜日)	区間時間 (分)	組織の半飽和時間										酸素濃度	PO ₂	OTU
		5.	10	20	40	80	120	160	200	240				
大気帰還後 60 分休憩後の PN:	60.000	7.901	7.917	7.818	8.099	10.913	12.502	13.581	13.825	13.826	0.000%	0.000	0.0	
現場退場時の PN:	139.000	7.900	7.900	7.899	7.918	8.804	9.962	11.011	11.560	11.867	0.000%	0.000	0.0	
翌日 8:00 の PN:	900.000	7.900	7.900	7.900	7.900	7.900	7.911	7.963	8.062	8.195	0.000%	0.000	2057.162	

連日作業 6 日目 (土曜日)~	区間時間 (分)	組織の半飽和時間										酸素濃度	PO ₂	OTU
		5.	10	20	40	80	120	160	200	240				
大気帰還後 60 分休憩後の PN:	60.000	7.901	7.917	7.818	8.099	10.913	12.502	13.581	13.825	13.826	0.000%	0.000	0.0	
現場退場時の PN:	139.000	7.900	7.900	7.899	7.918	8.804	9.962	11.011	11.560	11.867	0.000%	0.000	0.0	
月曜 7:30 の PN:	900.000	7.900	7.900	7.900	7.900	7.900	7.900	7.900	7.900	7.905	0.000%	0.000	2468.594	

表3-21から読みとれる結果であるが、連日作業 1 日目→2 日目に240分組織の窒素分圧値が 8.19→8.195へ上昇している。しかし、それ以降は一定値=8.195で推移している。また、7日目(日曜日)を休養日として高気圧作業を行わなければ、月曜朝7時30分には、窒素分圧値は8.0以下に降下することが分かった。以上の点より、酸素暴露量の規定値を遵守するならば、体内に窒素の累積的な蓄積が見られないことを考慮して、連続作業については、窒素分圧値を160分組織など半飽和時間の短い組織で評価することも可能であると考えられる。

2-1-9. 空気減圧表試算の総括と分析

今後高圧下作業の基本となる酸素吸入併用の空気減圧について試算を行った。OTUの値およびPN₂によって連日作業を前提にして値をみると、この制限に掛かるものは、40msw180分作業,30msw180分作業のみであった。中程度の高圧化では、酸素暴露量に注意するならば、酸素吸入を併用した空気減圧は、標準的なものと考えることができる結果となった。

各種減圧過程との比較は、全体の総括と分析の項で行うことにしてここでは割愛する。

今回初めて行った20msw以下でのスプリットシフト(1日2回作業)の試算は、実用上問題のない結果を導き出すことができた。今後、より詳しい検討を重ねていく必要がある。

連日作業中の体内窒素分圧の変動についても今回初めて試算を行った。その結果、あくまで理論上ではあるが、体内窒素分圧の連日作業による累積的増加は見られないということであった。評価する半飽和組織の問題も含め、今後の検討の対象となり得る結果となった。

2-2.ヘリオックス減圧表

2-2-1. まえがき

深度30mを超える場合、減圧症対策として、ヘリウム混合ガス呼吸が有効である。本節ではヘリウム混合ガスのうちヘリオックスを呼吸した場合の減圧表を試算した。このとき可能な範囲で減圧時間短縮の可能性を探り、より現実的な一日の標準作業時間(休憩含め510分)に収まる深度、滞在時間の検討を行った。ここでは、主要な深度、滞在時間について試算を行い、さらに、70msw90分滞在、緊急時の空気減圧についても検討した。

2-2-2. 試算条件

- (1) 深度Dの範囲は、 $30m < D \leq 90m$ とする。
- (2) Heliox(ボトムガス)の組成は、使用する最大深度Dmaxにより異なり、以下のとおりとする。
 $30m < Dmax \leq 50m$ の時 : 酸素20%・ヘリウム80% (最大酸素分圧 1.2ATA)
 $50m < Dmax \leq 70m$ の時 : 酸素15%・ヘリウム85% (最大酸素分圧 1.2ATA)
 $70m < Dmax \leq 90m$ の時 : 酸素12%・ヘリウム88% (最大酸素分圧 1.2ATA)
- (3) 高圧下の時間(加圧開始から減圧開始までの時間)は、2倍して考える。これは、U.S.Nにおいて、大深度の潜水の安全性と海底での作業量の大きさに配慮して、以前より行われている計算上の慣例である。
- (4) 酸素減圧を必ず行うこととし、その開始深度は12m以浅の第1減圧停止深度とする。なお、第1減圧停止深度が15m以深の場合、酸素減圧開始深度は12mとする。
- (5) 酸素減圧は、25分の酸素吸入と5分の空気吸入(エア・ブレイク)を減圧完了まで繰り返すものである。
- (6) 減圧時、深度30mでHeliox呼吸を停止する(呼吸マスクを離脱する)が、この後酸素減圧を行うまで吸入するガスの組成は、酸素80%・ヘリウム20%とする。なお、酸素毒性を求める時は、深度30mから酸素減圧を行うまでの吸入ガスの酸素組成は21%とする。
- (7) 酸素減圧で吸入するガスの組成は、酸素80%・ヘリウム20%とする。
- (8) エア・ブレイク中に吸入するガスの組成は、ボトムガス組成と無関係に一律、酸素80%・ヘリウム20%とする。
∴ 6)~8)から、減圧中Heliox呼吸を停止した時点から減圧を完了するまで、吸入するガスの組成は、全期間を通じて、酸素80%・ヘリウム20%とする。
- (9) 酸素減圧を行う場合、最も浅い減圧停止深度は6mとする。
- (10) 不測の事態で酸素減圧ができない場合、最も浅い減圧停止深度は3mとする。
- (11) 不測の事態で途中からHeliox吸入ができない場合、最初から空気吸入による作業を行っていたと看做す。
- (12) 加圧速度、および減圧速度は8m/分とする。

- (13) 減圧停止時間は、切り上げにより 5分単位に丸める。
- (14) 第1減圧停止時間は、10分とする。
- (15) 圧気作業開始(加圧開始)直前で、全ての半飽和時間組織は、ヘリウム分圧 0.79atm で飽和されている。
- (16) 現場入場 8時00分、圧気作業(加圧)開始 8時30分、圧気作業(減圧)完了後60分の休憩、現場退場 17時00分。圧気作業を行った翌朝 7時30分に、全ての半飽和時間組織中のヘリウム分圧が 0.8atm 以下とする。このため、必要に応じて減圧完了後に休憩を60分取った後、大気圧中で酸素吸入を行う。基本的にはこの標準作業時間のスケジュールを遵守できる計算結果を導き出すことを目標とする。
- (17) 上記条件の下にワークマンM値とホールデン理論の微分方程式解を基に減圧試算を行う。

2-2-3. ヘリオックス減圧表試算 A ～90msw 滞在時

ヘリオックス減圧表試算A～90msw滞在時の試算結果を下記にまとめた。まず減圧過程をグラフにより比較対照する。同時に、120分滞在におけるU.S.N.の減圧過程との比較対照を行う。また、OTU計算や連日作業の可否判定を含む減圧表という形で総括する。最後に、具体的な現場でのスケジュール例を各試算ごとに提示する。

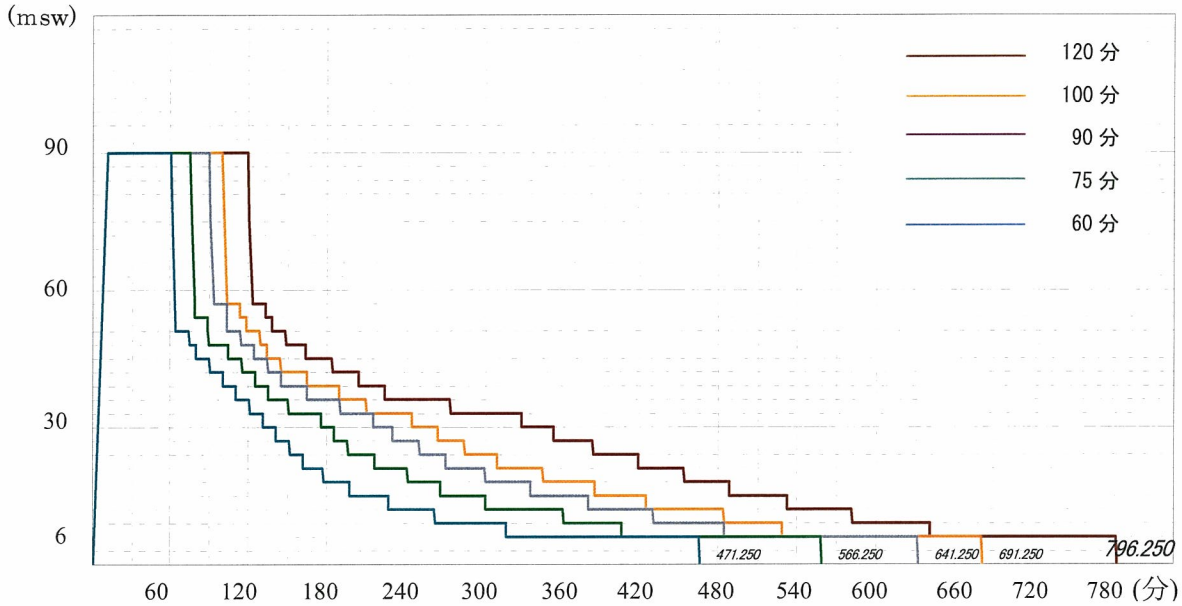


図3-26 ヘリオックス減圧過程図 (90msw)-まとめ

上図3-26から分かるように、高圧下60分のみが、標準作業時間=510分内だが、休憩(60分)を考えると、532分となり多少の時間外作業が生じる。(よって標準作業時間判定は△)。一日の標準作業時間と連日作業にこだわらない場合は、高圧下120分作業も十分可能であることが分かる。

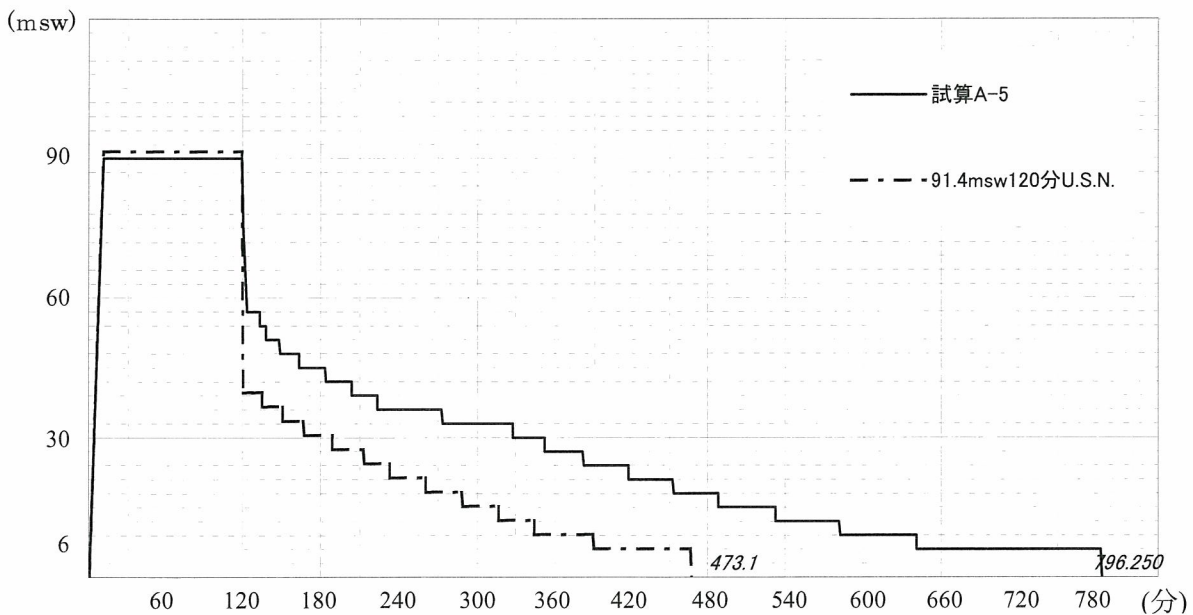


図3-27 ヘリオックス減圧過程図(90msw,120分)

前頁図3-27から読み取れるように、U.S.N.2001減圧表と比較すると300分以上の差が生じているが、これは評価する半飽和組織の違いや酸素減圧の効果の評価の違いによるものと考えられる。

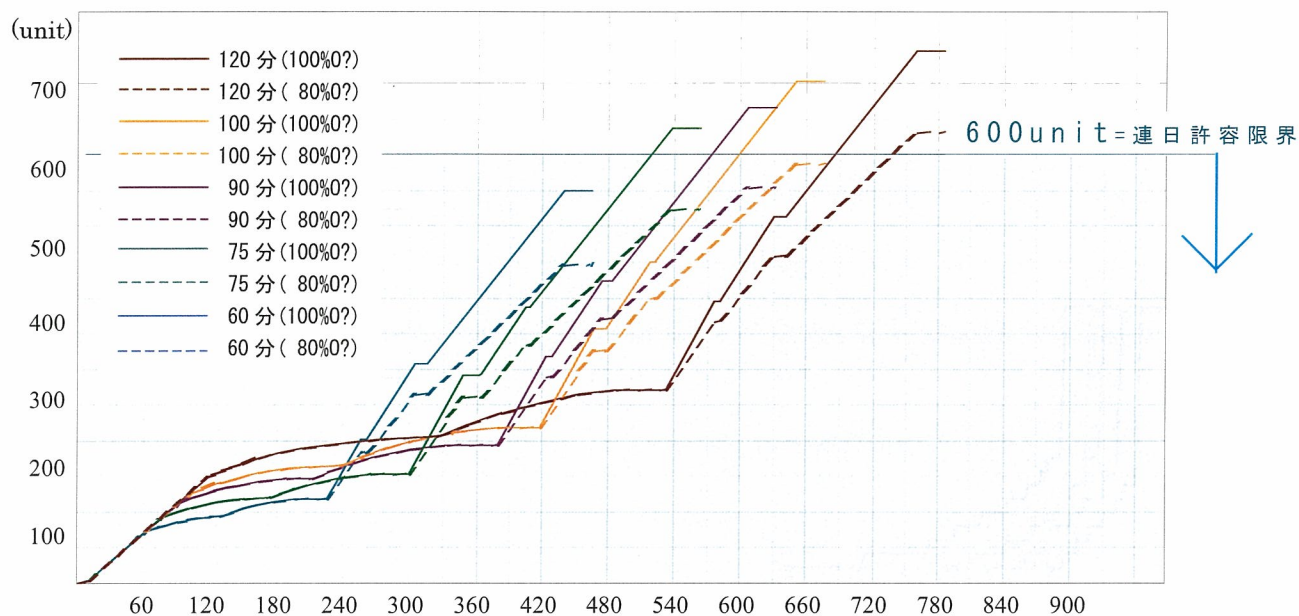


図3-28 OTU増減 (90msw)-まとめ

ヘリオックス潜水の場合、残留PHeが翌日まで影響することがないため、OTUつまり酸素暴露量が連日作業の可否を決める指標となる。そのためOTUについて上図3-28で分析した。OTUは、酸素吸入時の酸素濃度を100%と80%の2通りで試算した。この結果は連日作業の可否と大きく関わる結果となった。この吸入マスク内の酸素濃度の評価は今後の大きな課題である。結論としては、90mswにおける連日作業は、高圧下60分～75分が限界時間であると考えられる。次頁に、総括として減圧表を示す。

表3-22 ヘリオックス減圧表 (90msw) ※ABはエアブレイクの略

ヘリオックス 90msw																							
ボトムガス		He=88% O ₂ =12%						空気 N ₂ =79% O ₂ =21%						酸素		He=20%		O ₂ =80%					
		停止圧力 (msw)																			TOTAL TIME	積算 OTU	連日作業*1 標準内*2
		57	54	51	48	45	42	39	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6				
ボ ト ム タ イ ム	60			10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	15	20	30	30	45	125	471.25	549.9	△	
	AB																5	10	25				
	75		10	0	15	10	10	10	15	25	10	10	20	25	25	35	50	40	130	566.25	638.2	×	
	AB															10	5	25					
	90	10	0	10	10	10	10	20	25	25	15	20	20	30	35	45	45	45	125	641.25	665.8	×	
	AB																5	10	25				
	100	10	5	10	5	10	20	25	20	35	20	20	25	35	40	40	50	40	130	691.25	702.7	×	
	AB															10	5	25					
	120	10	5	10	15	20	20	20	50	55	25	30	35	35	35	45	45	50	120	796.25	745.4	×	
	AB																5	10	25				

注) *1 連日作業可能な日数/週を示す。

*2 標準内の記号○は標準作業時間内、×は標準作業時間外、△は休憩等が標準作業外になる場合をそれぞれ示す。

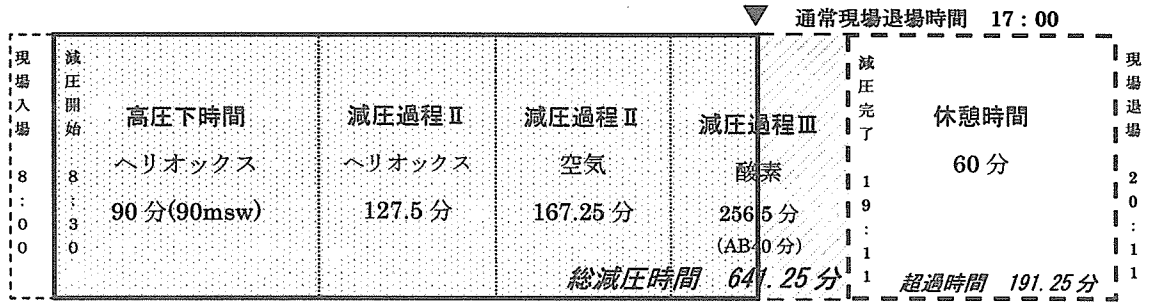


図3-29 試算A-1の減圧スケジュール

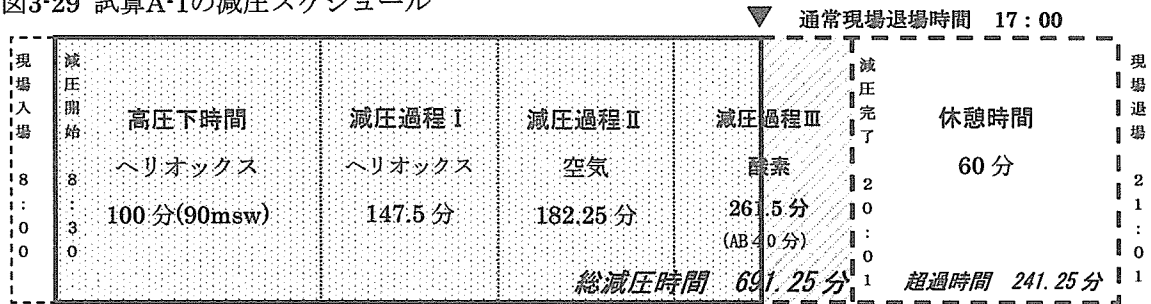


図3-30 試算A-2の減圧スケジュール

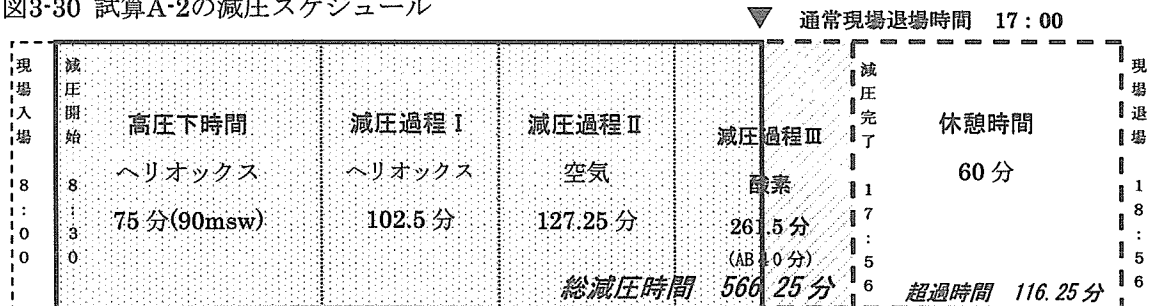


図3-31 試算A-3の減圧スケジュール



図3-32 試算A-4の減圧スケジュール

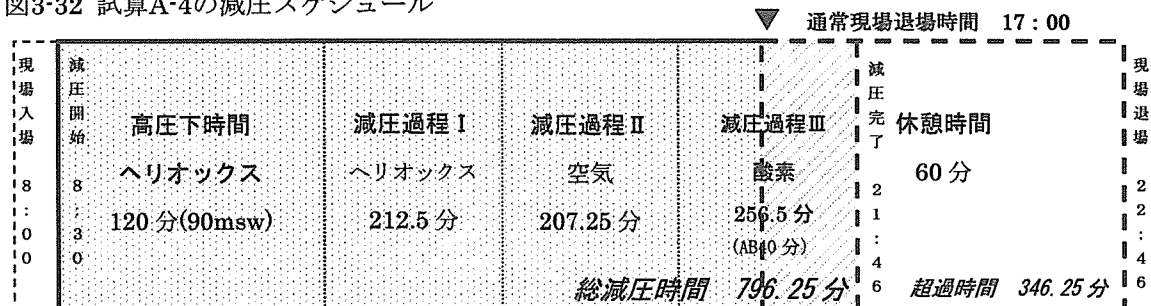


図3-33 試算A-5の減圧スケジュール

2-2-4. ヘリオックス減圧表試算 B ~70msw 滞在時

ヘリオックス減圧表試算B~70msw滞在時の試算結果を下記にまとめた。まず減圧過程をグラフにより比較対照する。同時に、120分滞在におけるU.S.N.の減圧過程との比較対照を行う。また、OTU計算や連日作業の可否判定を含む減圧表という形で総括する。最後に、具体的な現場でのスケジュール例を各試算ごとに提示する。

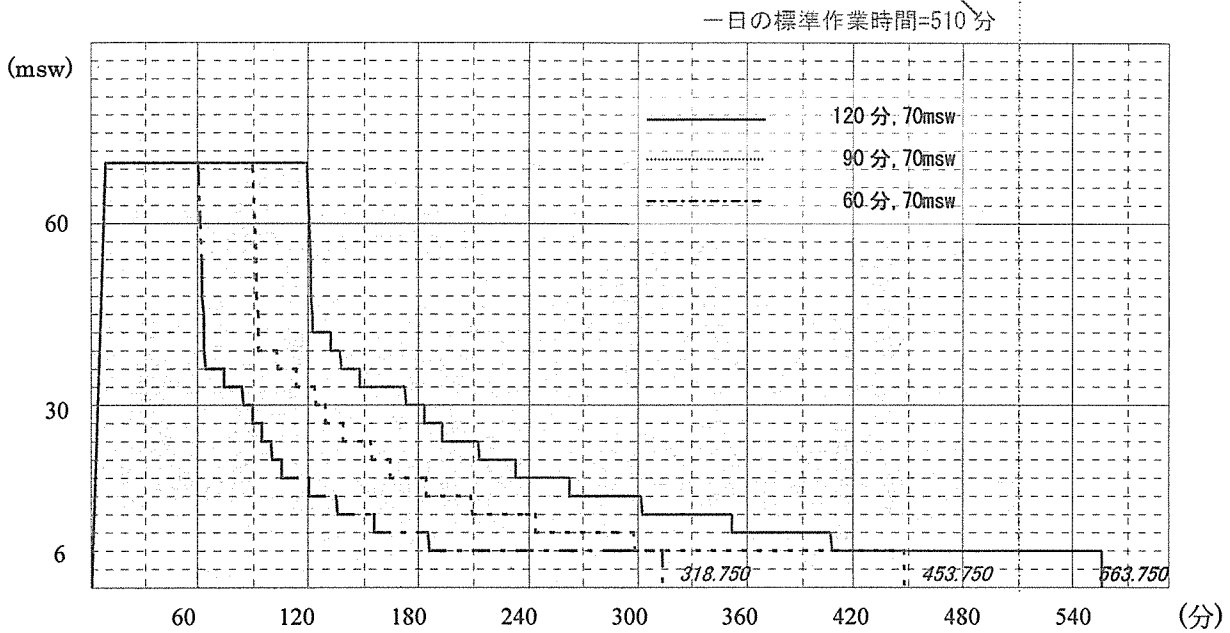


図3-34 ヘリオックス減圧過程図(70msw)-まとめ

上図3-34より分かるように、一日の標準的作業時間510分を下回るのは、高圧下時間が90分以下のときである。高圧下時間90分のとき、総滞在時間は、453.75分となり全ての条件を満たす。ここで、減圧時間の関係から推測すると、70mswでは高圧下90分程度が連日作業の限界と推測される。

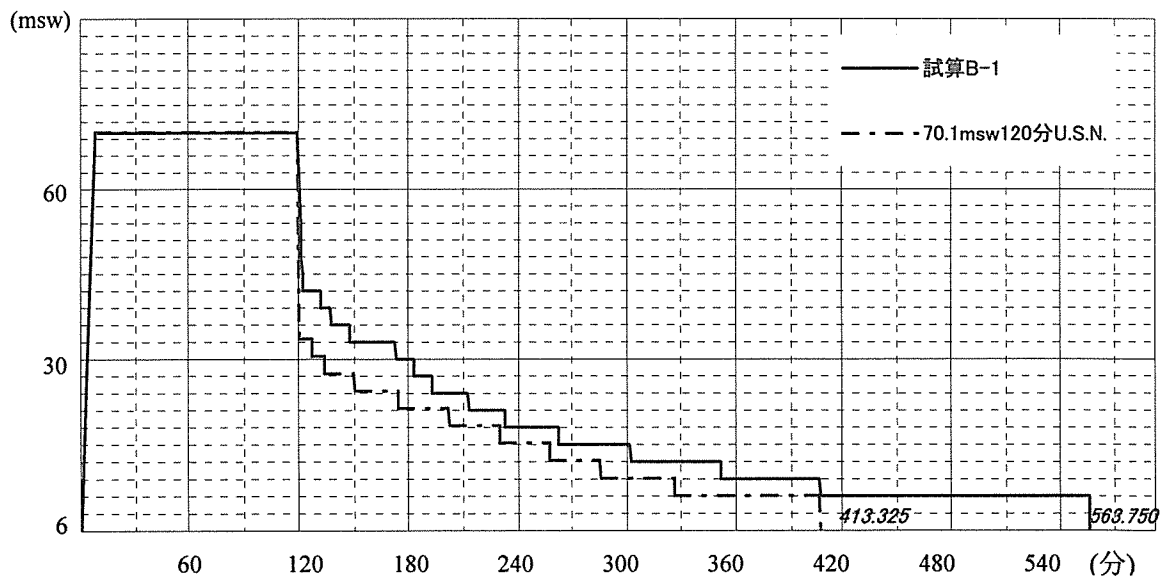


図3-35 ヘリオックス減圧過程図(70msw,120分)

前頁図3-35から読み取れるように、U.S.N.2001減圧表とは、約150分の減圧時間差となった。他の滞在圧力と同じように、評価する半飽和組織の違い、酸素減圧の効果の評価が影響していると考えられるが、低圧になるほどその差は少なくなるようである。

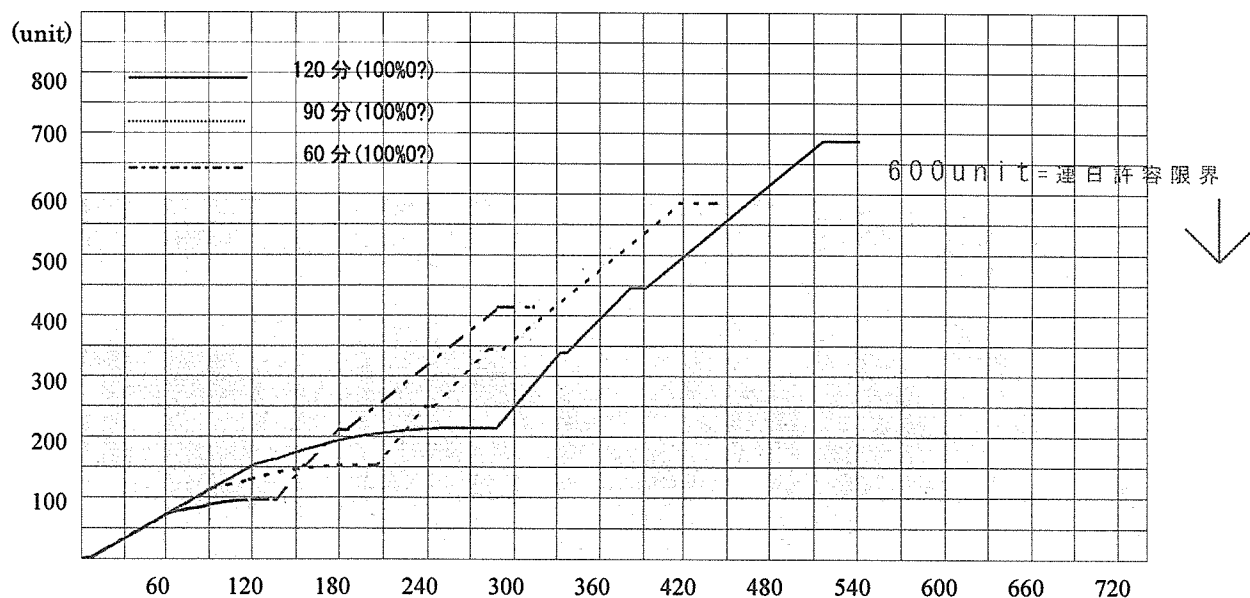


図3-36 OTU増減図 (70msw)-まとめ

上図3-36から分かるように70mswにおけるOTUの値は、一日限定の作業の許容値は全てのケースについて十分に下回っている。連日作業の許容値 (600unit) については、90分滞在以下は許容値内であるという結果となった。PHeの分析結果と併せても、70mswの圧気作業では90分程度が連日作業の上限であることが分かる。

表3-23 ヘリオックス減圧表 (70msw) ※ABはエアブレイクの略

ヘリオックス 70msw																				TOTAL TIME	積算 OTU	連日作業*1 標準内*2
ボトムガス He=85% O ₂ =15%					空気 N ₂ =79% O ₂ =21%					酸素 He=20% O ₂ =80%												
		停止圧力 (msw)																				
		57	54	51	48	45	42	39	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6			
ボ ト ム タ イ ム	60								10	10	5	5	5	5	15	15	20	25	105	318.75	415.4	○
	AB																	5	25			
	90							10	10	10	5	10	15	10	20	25	30	45	125	453.75	582.9	○
	AB															5	10	25				
	120						10	5	10	25	10	10	20	20	30	40	45	45	125	563.75	683.0	×
	AB															5	10	25				

注) *1 連日作業可能な日数/週を示す。

*2 標準内の記号○は標準作業時間内、×は標準作業時間外、△は休憩等が標準作業外になる場合をそれぞれ示す。

現場 入場 8 : 0 0	減圧開始	高圧下時間	減圧過程 I	減圧過程 II	減圧過程 III	減圧完了	休憩時間	現場 退場 1 8 : 4 4	
		ヘリオックス 120分(70msw)	ヘリオックス 55分	空気 132.25分	酸素 250.5分 (AB40分)		60分		
									超過時間 103.75分
									総減圧時間 563.75分

通常現場退場時間 17:00

図3-37 試算B-1の減圧スケジュール

現場 入場 8 : 0 0	減圧開始	高圧下時間	減圧過程 I	減圧過程 II	減圧過程 III	減圧完了	休憩時間	超過時間	現場 退場 1 7 : 0 4
		ヘリオックス 90分(70msw)	ヘリオックス 35分	空気 87.25分	酸素 241.5分 (AB45分)		60分	4分	
								総減圧時間 453.75分	

通常現場退場時間 17:00

図3-38 試算B-2の減圧スケジュール

現場 入場 8 : 0 0	減圧開始	高圧下時間	減圧過程 I	減圧過程 II	減圧過程 III	減圧完了	休憩時間	余剰時間	現場 退場 1 7 : 0 0
		ヘリオックス 60分(70msw)	I ヘリオックス 25分	II 空気 52.25分	III 酸素 181.5分 (AB35分)		60分	191分	
								総減圧時間 318.75分	

図3-39 試算B-3の減圧スケジュール

2-2-5. ヘリオックス減圧表試算 C ~40msw 滞在時

ヘリオックス減圧表試算C~40msw滞在時の試算結果を下記にまとめた。まず減圧過程をグラフにより比較対照する。同時に、120分滞在におけるU.S.N.の減圧過程との比較対照を行う。また、OTU計算や連日作業の可否判定を含む減圧表という形で総括する。最後に、具体的な現場でのスケジュール例を各試算ごとに提示する。

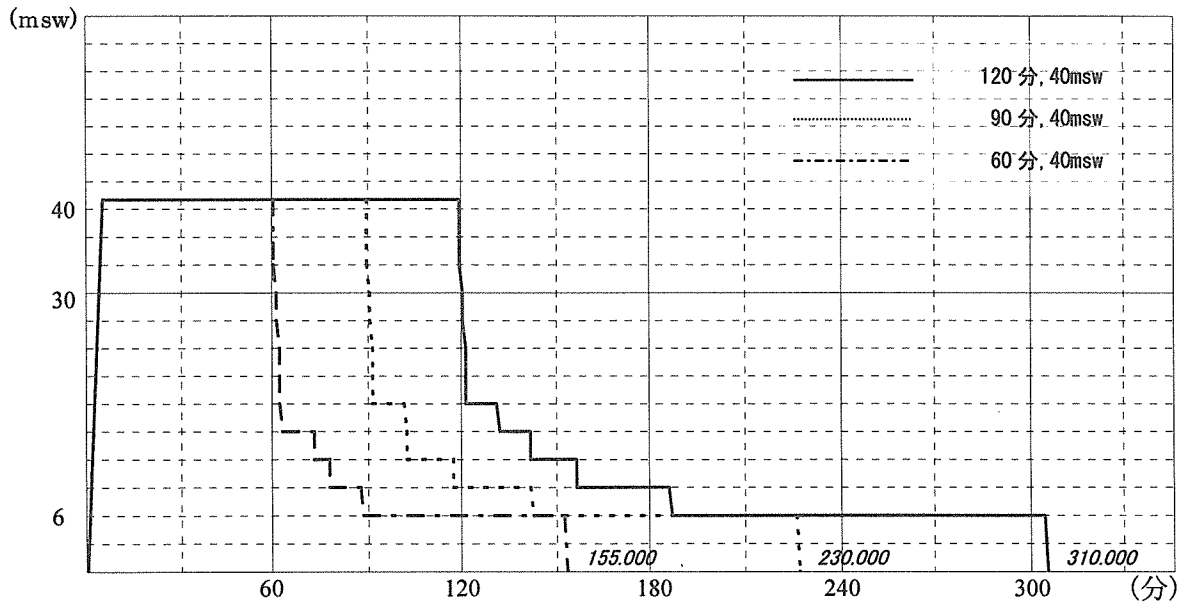


図3-40 ヘリオックス減圧過程図(40msw) -まとめ

図3-40から読み取れるように、全てのボトムタイム設定で、標準的作業時間内に収まる。

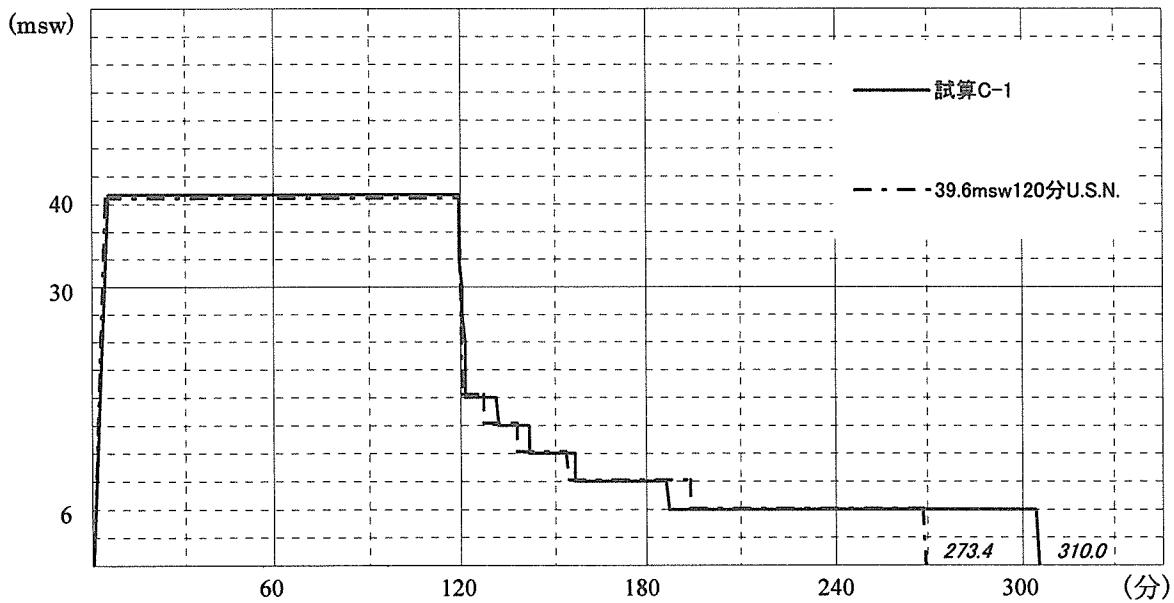


図3-41 ヘリオックス減圧過程図(40msw,120分)

前頁図3-41よりU.S.N.との比較では40分程度の時間差であった。これは70mswのときの時間差よりも縮んでいる。半飽和時間の長い組織と酸素減圧効果の評価の影響であろうと推測される。

表3-24 ヘリオックス減圧表 (40msw) ※ABはエアブレイクの略

ヘリオックス 40msw																				TOTAL TIME	積算 OTU	連日作業*1 標準内*2	
ボトムガス He=80% O ₂ =20%					空気 N ₂ =79% O ₂ =21%					酸素 He=20% O ₂ =80%													
		停止圧力 (msw)																					
		57	54	51	48	45	42	39	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6				
ボ ト ム タ イ ム	60															10	5	10	55	155.00	168.5	○	
	AB																		10				
	90															10	0	15	20	70	230.00	259.4	○
	AB																						
	120															10	10	15	25	100	310.00	414.6	○
	AB																	5	20				

注) *1 連日作業可能な日数/週を示す。

*2 標準内の記号○は標準作業時間内、×は標準作業時間外、△は休憩等が標準作業外になる場合をそれぞれ示す。

すべてのボトムタイム設定でOTUは6日連続作業を許容する。そのため、ここではOTUについては図示と比較分析を行わない。

現場 入場 8 : 0 0	減圧開始	高圧下時間	減圧過程 I	減圧過程 II	減圧過程 III	減圧完了 1 3 : 4 0	休憩時間 60分	余剰時間 140分	現場 退場 1 7 : 0 0
	8 : 3 0	ヘリオックス 120分(40msw)	ヘリオックス 1.25分	空気 22.25分	酸素 166.5分 (AB45分)				

図3-42 試算C-1の減圧スケジュール

現場 入場 8 : 0 0	減圧開始	高圧下時間	減圧過程 I	減圧過程 II	減圧過程 III	減圧完了 1 2 : 2 0	休憩時間 60分	余剰時間 220分	現場 退場 1 7 : 0 0
	8 : 3 0	ヘリオックス 90分(40msw)	ヘリオックス 1.25分	空気 12.25分	酸素 126.5分 (AB25分)				

図3-43 試算C-2の減圧スケジュール

現場 入場 8 : 0 0	減圧開始	高圧下時間	減圧過程 I	減圧過程 II	減圧過程 III	減圧完了 1 1 : 0 5	休憩時間 60分	余剰時間 295分	現場 退場 1 7 : 0 0
	8 : 3 0	ヘリオックス 60分(40msw)	ヘリオックス 1.25分	空気 12.25分	酸素 81.5分 (AB15分)				

図3-44 試算C-3の減圧スケジュール

2-2-6. ヘリオックス減圧表試算D ～70msw 滞在緊急時

ヘリオックス減圧表試算D～70msw滞在緊急時の試算結果を下記にまとめた。これは作業中にヘリオックス呼吸ができなくなった大深度、緊急時における空気減圧の試算である。ここでヘリオックスの減圧計算で行われる高圧下滞在時間を2倍する考え方が減圧時間に大きく影響するため以下の4通りの試算を行った。高圧下時間2倍で12msw以浅の酸素吸入有の試算D-1-1、高圧下時間通常で酸素吸入有の試算D-1-2、高圧下時間2倍で酸素吸入無の試算D-2-1、高圧下時間通常で酸素吸入無の試算D-2-2。まず減圧過程をグラフにより滞在時間ごとに比較対照し、次に、減圧表という形で総括する。最後に、具体的な現場でのスケジュール例を各試算ごとに提示する。なお緊急時の想定のため、OTU計算や標準作業時間の可否判定は行わない。つまり本項のような減圧を行った場合、これに従事した作業員は、少なくとも翌日の高気圧作業行わないことを前提としている。

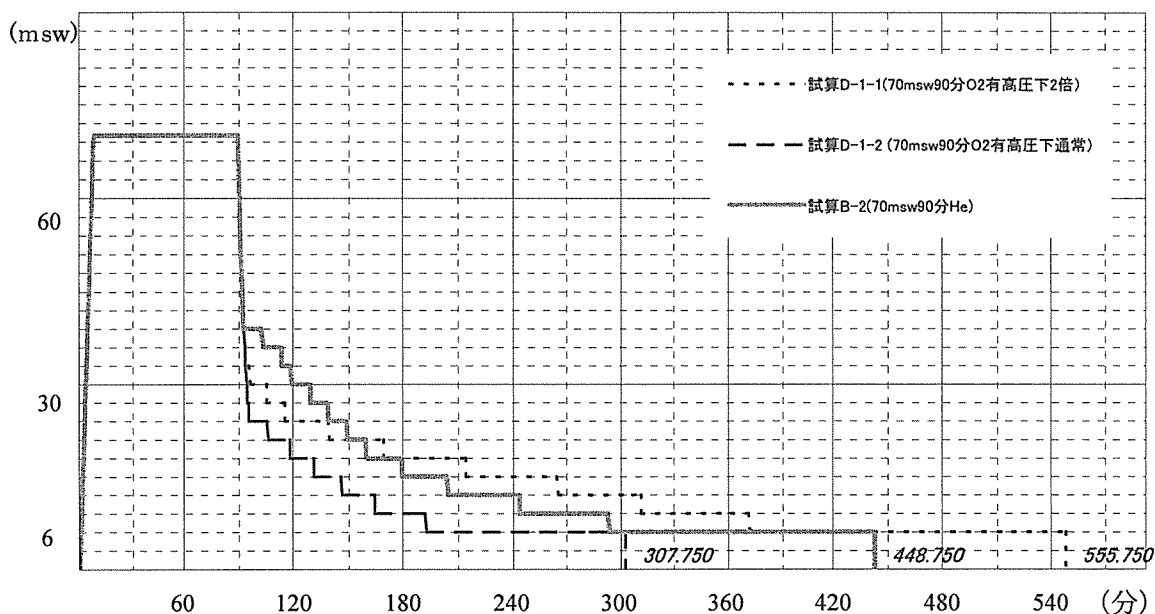


図3-45 緊急時空気（酸素吸入可能）減圧過程図(70msw,90分)

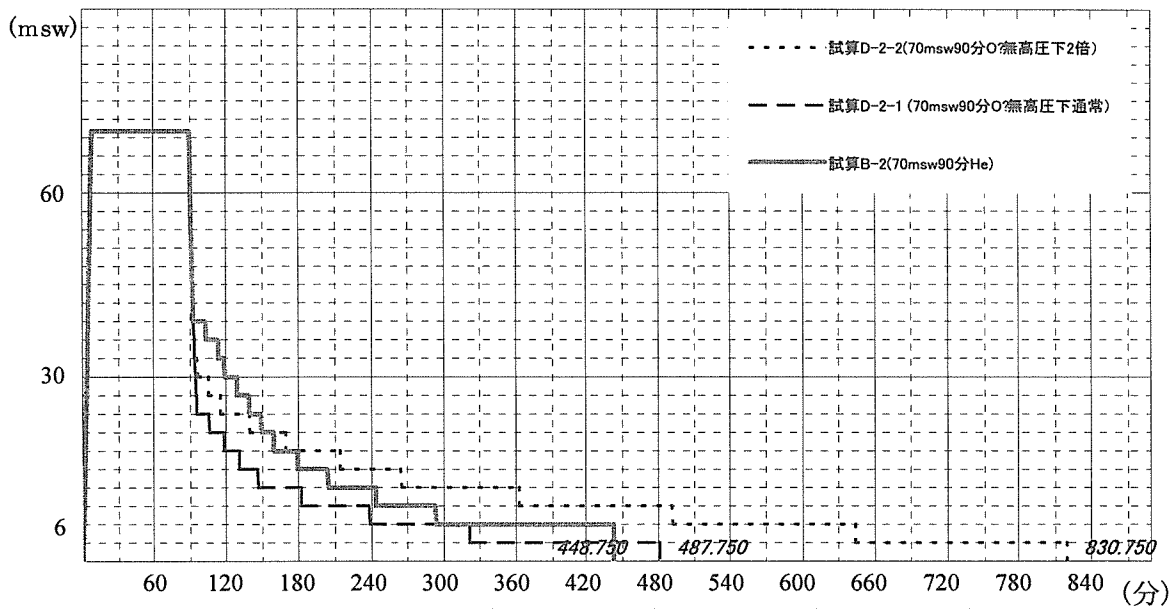


図3-46 緊急時空気（酸素吸入不能）減圧過程図(70msw,90分)

表3-25 ヘリオックス減圧表（空気減圧）（70msw） ※ABはエアブレイクの略

ヘリオックス緊急		70msw																	TOTAL TIME			
ボトムガス		N ₂ =79% O ₂ =21%															酸素		N ₂ =20%		O ₂ =80%	
		停止圧力 (msw)																				
		54	51	48	45	42	39	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3			
ボ ト ム タ イ ム	90分 O ₂									1	10	12	13	15	18	23	92	-				
	AB															5	20		307.75			
	90分 O ₂ 2倍								2	9	10	24	30	46	51	42	51	147	-			
	AB															5	10	30		555.75		
	90分 AIR										1	10	12	13	15	36	57	84	161			
	AB																			487.75		
90分 AIR2倍									2	9	10	24	30	46	51	99	129	155	177			
AB																			830.75			

注) *1 連日作業可能な日数/週を示す。

*2 標準内の記号○は標準作業時間内、×は標準作業時間外、△は休憩等が標準作業外になる場合をそれぞれ示す。

酸素減圧を用いた場合も用いない場合も、高圧下時間2倍とする設定影響が大きいので通常のヘリオックス減圧の方が空気減圧より長くなる。そこで空気減圧についても高圧下時間2倍とするとどちらも空気減圧の方が長くなる。本来この高圧下時間2倍というU.S.Nの慣例的な設定は、作業の激しさを考慮し、呼吸が増大することを前提に設定されているようだが、今日の圧気作業では、特に激しい運動を伴う作業はないため、作業の実情に合わせて修正していく必要があると考えられる。次頁に実際の作業スケジュール例をまとめた。

現場 入場 8 : 0 0	減圧開始	高圧下時間	減圧過程Ⅱ	減圧過程Ⅲ	減圧完了 1 3 : 3 8
	8 : 3 0	ヘリオックス	空気	酸素	
	90分(70msw)	58.25分	159.5分(AB25分)		
			総減圧時間 307.75分		

図3-47 試算D-1-1の減圧スケジュール

現場 入場 8 : 0 0	減圧開始	高圧下時間	減圧過程Ⅱ	減圧過程Ⅲ	減圧完了 1 7 : 4 6
	8 : 3 0	ヘリオックス	空気	酸素	
	90分(70msw)	179.25分	286.5分(AB25分)		
			総減圧時間 555.75分		

図3-48 試算D-1-2の減圧スケジュール

現場 入場 8 : 0 0	減圧開始	高圧下時間	減圧過程		減圧完了 1 6 : 3 8
	8 : 3 0	ヘリオックス	空気		
	90分(70msw)	397.75分			
		総減圧時間 487.75分			

図3-49 試算D-2-1の減圧スケジュール

現場 入場 8 : 0 0	減圧開始	高圧下時間	減圧過程		減圧完了 2 2 : 2 1
	8 : 3 0	ヘリオックス	空気		
	90分(70msw)	740.75分			
		総減圧時間 830.75分			

図3-50 試算D-2-2の減圧スケジュール

2-2-7. ヘリオックス減圧表試算の総括と分析

ヘリオックス減圧の特徴は、高圧下時間を2倍にして考えるという前提があるため、減圧時間自体は長くなる傾向にあることである。しかし一方で連日作業を行う場合でも大気帰還後の酸素吸入を必要としないため、総拘束時間では短くなる傾向がある。これらについての詳細な分析は、他の減圧形式との比較が必須となるため、最終総括に譲ることとする。ヘリオックス減圧のみに限ってみた場合、各滞在圧力で分析したように、減圧時間が標準作業時間内に収まるか否かの問題と総OTU(酸素耐性単位)の問題で、連日作業の許容範囲に入るか否かが決定される。

2-3. ナイトロックス減圧表

2-3-1. ま え が き

40mまでの潜水では、酸素：窒素のガスいわゆるナイトロックス(標準32%O₂,68%N₂)が用いられることもある。ここでは、主にナイトロックス潜水における減圧過程をホールデン理論とワークマンM値を用いて試算しその特徴を分析する。また、もう一つの計算方法である等価空気潜水深度による空気減圧表の換算要領については、参考程度にここで紹介する。

* 等価空気深度による空気減圧表の換算要領

ナイトロックスを使用する潜水は「空気潜水より窒素分圧の低い空気を呼吸するので、人体への窒素ガス溶解量も少ないはずで、空気潜水より浅く見るべきである」との理論から、窒素分圧を計算し、空気潜水時に仮定、修正することを「等価空気潜水深度」(Equivalent Air Depth, NITROX E.A.D.) と呼び下記計算式で算出し、該当する潜水深度の空気減圧表を使用する。これにより特別なナイトロックス減圧表がなくとも空気潜水用減圧表が使用できる。

等価空気潜水深度式

$$E.A.D.(m) = \{ (1.0 - FO_2) (D+10) / 0.79 \} - 10$$

FO₂ : ナイトロックス酸素濃度 (分圧・ATA)

D : 潜水深度 (m)

0.79 : 空気中の窒素濃度(分圧・ATA)

Ex. ナイトロックス(窒素68%+酸素32%)で30m潜水を行う時、等価潜水深度は何mになるか?

$$E.A.D.(m) = \{ (1.0 - 0.32) (30+10) / 0.79 \} - 10 = 24.4m$$

上記ナイトロックスで30m潜水すると、「等価空気潜水深度計算式」により窒素分圧だけ計算すると、空気潜水24.4mに相当するので、24.4m空気呼吸潜水を行ったと考えて減圧を行っても良いとする考え方である。

2-3-2. 試 算 条 件

- (1) 深度Dの範囲は、10m < D ≤ 40m とする。
- (2) Nitroxのガス組成は、酸素32%・窒素68%とする。
- (3) 酸素減圧は行わない。
- (4) 最も浅い減圧停止深度は 3mとする。
- (5) 加圧速度、および減圧速度は 8m/分とする。