

제목 : 한국 조선산업을 말하다.

< 목차 >

1. 수치로 한국 조선산업을 말하다.

- 1.1 수주량(IHS-Markit)
- 1.2 건조량(IHS-Markit)
- 1.3 일감(수주잔량)(IHS-Markit)
- 1.4 적정 건조능력
- 1.5 인력 관련 수치
- 1.6 R&D 투자(매출액 대비 비율, %)
- 1.7 선가 추이
- 1.8 건조량 대비 매출액[천cgt당 매출액(억원)]
- 1.9 인력 대비 매출액[1인당 매출액(억원)]
- 1.10 경영현황

2. 수치로 한국 조선업의 HSE를 말하다.

- 2.1 불안정한 조선업
- 2.2 관련 법과 제도의 변화
- 2.3 ESG와 HSE
- 2.4 HSE, 조선업의 영속성 좌우

3. 한국 조선산업의 내일

- 3.1 지구환경 변화
- 3.2 경제·사회적 변화
- 3.3 조선공법의 변화와 선도국
- 3.4 변화에 따른 신속한 대응
- 3.5 한국 조선산업의 살길

1. 수치로 한국 조선산업을 말하다.

1.1 수주량(IHS-Markit)

- 2000년 이후 21년 동안 연간 최대수주량(32,861천cgt, 2007년)과 최소수주량(2,456천cgt, 2016년)
- 2000년 이후 21년 동안 연간 수주량 1,000만cgt 미만 9회
- 2000년 이후 21년 동안 **년 평균 수주량 11,827천cgt**
- 최근 수주 현황

구분	2020년(A)	2021년(B)	비고(B/A, 증가율)
KOSHIPA(cgt)	8,623,631	17,573,917 (2000년 이후 3위) 2007년:23,643,538 2006년:19,584,786	103.8%
Clarkson(백만cgt)	8.23	17.44	111.9%

- ※ 한국 2022년 1월~2월 전 세계 선박 발주량 중 **54.9%** 수주(281만cgt)
→ 전년 동기 대비 유일 증가 국가

- 수주단가

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
CGT당 수주단가(\$)	2,249.2	2,123.8	2,509.6	2,039.7	2,245.3	2,127.4	2,430.3

- ※ 2021년 수주단가 전년 대비 14.2% 상승[**2022.1 2,702.4**(전년 대비 11.2% 상승)]

- ※ 2021년도 조선 3사 대규모 영업손실 발생 : 한국조선해양 1조 3,848억,
삼성중공업 1조 3,120억, 대우조선해양 1조 7,547억

○ 내수비중(cgt 기준, KOSHIPA)

년도	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
비율(%)	11.1	15.0	14.3	16.7	14.4	12.3	17.1

※ 2015년 이전은 10% 미만(2012년 10.6%)

※ 2016년 한진해운 파산, 2018년 해운재건 5개년 계획

○ 향후 수주전망

◆ 2021년 이후 6년간 수주량 예상치(백만cgt, Clarkson)(35% 점유 가정)

구분	2022년	2023년	2024년	2025년	2026년	2027년
전 세계 발주량	36.0	36.7	34.8	39.2	41.9	39.4
한국 수주량	12.6	12.9	12.2	13.7	14.7	13.8

1.2 건조량(IHS-Markit)

- 2000년 이후 21년 동안 연간 최대건조량(15,797천cgt, 2011년)과 최소건조량(6,095천cgt, 2001)
- 2000년 이후 21년 동안 연간 건조량 1,000만cgt 미만 8회
- 2000년 이후 21년 동안 **년 평균 건조량 10,495천cgt**

◆ 2000년 이전 연간 건조량 **500만cgt 미만 건조**

◆ 20대 주요 수출품목 중 선박해양구조물 및 부품 2020년 7위(19,749백만\$), 2021년 7위(22,996백만\$) 달성

- 20대 주요 수출품목 : 반도체, 석유화학, 일반기계, 자동차, 석유제품, 철강, 선박, 자동차부품, 디스플레이, 컴퓨터, 바이오 헬스, 무선통신기기, 섬유, 플라스틱제품, 정밀화학연료, 농수산물식품, 화장품, 이차전지, 가전, 로봇

◆ 조선기자재 직수출액

구분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
액수(백만불)	1,448	1,328	1,298	1,452	1,203

【 조선산업과 조선기자재산업 비교 】

● 조선산업

- 내수빈약 : 10%~15%
- 수출위주 : 85%~90%
- 세계 해운경기에 민감 : 호·불황 반복

● 조선기자재산업

- 내수풍부 : 조선소 수주잔량에 비례
- 수출빈약 : 매년 10억\$~15억\$
- 국내 조선경기에 민감 : 수직적 연동(連動)

● 국내 조선기자재산업과 해외(일본, 유럽 등) 조선기자재산업 차이점

① 일본, 유럽 등의 조선업은 쇠퇴했으나, 오히려 조선기자재산업은 번창

☞ 자국 조선업보다 해외 조선업에 적극 대응 : globalization 전략, 기자재 시장 선도

② 우리의 조선기자재산업은 풍부한 내수 물량에 만족

☞ 국내 조선경기에 좌우되는 수직구조 형성

☞ 불황 대비책 미흡 : globalization을 위한 long-run 전략 부재

※ 한국조선해양기자재 글로벌지원 센터(부산) 개소 : 2010년 11월 4일

1.3 일감(수주잔량)(IHS-Markit)

- 2000년 이후 21년 동안 년말 기준 최대수주잔량(64,575천cgt, 2007년)과 최소수주잔량(15,420천cgt, 2000)
- 2000년 이후 21년 동안 년말 기준 수주잔량 2,000만cgt 미만 5회
- 2000년 이후 21년 동안 년말 기준 년 평균 수주잔량 30,973천cgt

◆ 2000년 이후 매년 건조능력 이상의 일감 확보

1.4 적정 건조능력

◆ 산업연구원[KIET]

- 970만cgt

◆ 산업은행

- 920만cgt~1,050만cgt

※ 산업은행 이동걸 회장 기자회견(2022.1.27)

- 조선 3사 생산능력 각각 1/3 감축 바람직 → 과잉경쟁 방지

※ 현대중공업 군산공장 재가동 협약(2022.2.24)

- 산업적 판단보다 정치적 판단 → ‘군산의 눈물’과 ‘말피의 눈물’

- 스웨덴 말피의 Kokums 조선소 파산 후 2002년 Goliath Crane 1달러에 팔려 한국으로 떠남 → 말피의 눈물(28,000명 실직)
- 그 후, 재생에너지, 정보통신, 생명공학 등 첨단산업단지의 벤처기업과 말피대학의 기업인, 연구진, 학생 등의 이룩한 인구 40만 명의 활기찬 도시로 변신 → 도시인구의 50%가 35세 이하의 젊은이
- 2007년 UNEP(유엔환경계획)에서 세계에서 가장 살기 좋은 도시로 선정
- Crane이 떠난 자리에 친환경 재생에너지 건물(54층, 190m)인 Turning Torso 건설 → 말피의 Land Mark
- 63,000개 일자리, 신규기업 200여개, 세계적 기업의 유럽 본사 말피 이전

1.5 인력 관련 수치

- 2000년 이전 7만명대 유지, 그 후 급속히 증가하여 2014년 203,441명
최고치, 이후 지속적 감소 2021년 92,687명으로 2000년대 초반 수준
2014년 집계방식(사내협력사 사무관리직, 기술직 제외) 적용
2021년 88,786명

◆ 일감 대비 인력난 본격화

- 전체 인력 100,000명은 되어야 현 공급능력 유지 → 10,000여명 부족

◆ 인력난 인건비 상승 초래

- 지나친 인력확보 경쟁은 선가상승분 상쇄 → 조선소의 채산성 악화
- 인력 쟁탈전은 공멸의 길 → 특정 직종의 수요·공급의 불일치

◆ 기존 인력양성 사업 방향 전환

- 기존 인력대상 역량강화보다 신규인력 유인책 중심의 사업 개발

- 기능직 인력 비율(직영 : 사내협력사, %)

구 분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
비 율	22.1:77.9	21.4:78.6	22.9:77.1	31.2:68.8	31.4:68.6	29.9:70.1	32.2:67.8	32.8:67.2

구 분	1992년	1993년	1994년	1995년	1996년	1997년	1998년	1999년
비 율	80.7:19.3	75.0:25.0	70.6:29.4	67.4:32.6	66.1:33.9	67.7:32.3	66.3:33.7	66.4:33.6

※ 1990년대 70:30에서 2000년대 30:70으로 변화. 왜?

○ 전체 인력 중 사내협력사 인력 비율(%)

구분	2019년	2020년	2021년
비율	59.5	55.9	55.2

※ 사내협력사 인력 전체(사무관리직, 기술직, 기능직) 2019년부터 집계

○ 외국인 인력(년말 기준)

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
명	9,127	10,541	9,824	5,339	5,258	6,446	5,178	4,512

※ 동포관련 비자(H-2,F-4,F-5 등), 고용허가제(E-9), 특정활동(E-7), 기타

○ 조선해양 관련 대학 및 학과

구분	전문대학 대학수/학과수	대학교 대학수/학과수	대학원 대학수/학과수	합계
2016년	14/17	19/25	17/25	50/67
2017년	10/17	18/30	17/35	45/82
2018년	8/10	18/31	18/36	44/77
2019년	5/8	19/34	24/41	48/83
2020년	5/6	19/34	27/40	51/80
2021년	4/6	20/30	29/43	53/79

※ 전문대학, 대학교, 대학원 등에서 매년 고급인력 1,500명 이상 배출

1.6 R&D 투자(매출액 대비 비율, %)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
비율	0.69	1.02	1.03	1.69	1.06	0.55	0.50	0.61	0.79	1.25

※ 2021년 3분기말 기준 한국조선해양 0.5%, 대우조선해양 1.5%, 삼성중공업 0.8% 수준

◆ 2000년 이후 1% 이상 투자 년도 7개 불과

- 그래도 0.5% 이상 투자 지속

◆ R&D 투자 촉진을 위한 법적 근거 마련

- 친환경적 선박의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률(친환경선박법) 제정 및 시행(2020.1.1)
- 대·중소기업 생생협력 촉진에 관한 법률 시행령 개정(2022.2.8.) → 중소기업 기술보호

※ 공정거래위원회, 대우조선해양 수급사업자의 기술자료 유용 혐의 → 시정명령(법정서면 교부) 및 6.52억원 과징금 부과(2021.12.15, 하도급법 위반)

※ 한국조선해양(현대중공업) 엔진부품 전문기업 삼영기계(대전 소재)의 기술자료 유용 혐의 → 벌금 2,000만원 선고(2022.2.6, 하도급거래공정화에 관한 법률 위반)

◆ 세계는 지금 친환경·smart 선박개발 전쟁터

- 각국(한중일, 유럽, 미국 등) 초격차 기술 선점을 위한 R&D 투자

1.7 선가 추이

<클락슨 지수 추이>



※ 클락슨 Shipping Intelligence Network 기준('22. 2. 3.)

※ 주 : 클락슨 인덱스 1988.1월=100

[선가지수의 변동]

◎ 80년대부터 6단계에 걸쳐 선가의 등락 지속하다.

- 1단계(1980~1986) : 하락(140→90), 7년에 걸쳐 35.7% 하락
- 2단계(1987~1991) : 상승(90→160), 5년에 걸쳐 77.8% 상승
- 3단계(1992~2002) : 하락(160→108), 11년에 걸쳐 32.5% 하락
- 4단계(2003~2005~2008): 급등&상승(108→170→190), 6년에 걸쳐 75.9% 상승(57.4%→75.9%)
- 5단계(2009~2010~2020): 폭락&하락(190→138→127), 12년에 걸쳐 33.2% 하락(27.4%→33.2%)
- 6단계(2021~) : 급등(127→154), 2년에 걸쳐 21.3% 상승

◎ 선가의 상승기간은 짧고, 하락기간은 길다.

- 선가의 하락은 하락기간 동안 30% 이상 하락
- 선가의 상승은 상승기간 동안 70% 이상 상승

※ 선가의 상승기간은 짧은 대신 상승폭은 크고,
선가의 하락기간은 긴 반면 하락폭은 작은 경향을 보인다.

1.8 건조량 대비 매출액[천cgt당 매출액(억원)]

년도	매출액(억원)	건조량(천cgt)	천cgt당 매출액(억원)
2000	125,874	6,482	19.42
2001	171,001	6,095	28.06
2002	185,476	6,688	27.73
2003	198,291	7,175	27.64
2004	224,350	8,319	26.97
2005	258,026	10,093	25.56
2006	308,831	11,940	25.87
2007	414,060	11,277	36.72
2008	582,297	14,509	40.13
2009	656,079	14,466	45.35
2010	672,875	14,907	45.14
2011	707,449	15,797	44.78
2012	689,836	13,391	51.51
2013	659,369	11,395	57.86
2014	640,520	10,120	63.29
2015	635,814	11,033	57.63
2016	543,816	11,584	46.95
2017	366,267	10,119	36.20
2018	304,265	7,359	41.35
2019	336,266	9,251	36.35
2020	320,580	8,402	38.16
2021	268,501	10,510	25.55

1.9 인력 대비 매출액[1인당 매출액(억원)]

년도	매출액(억원)	인력(명)	1인당 매출액(억원)
2000	125,874	79,776	1.5778
2001	171,001	86,682	1.9727
2002	185,476	94,213	1.9687
2003	198,291	93,682	2.1166
2004	224,350	97,320	2.3053
2005	258,026	104,704	2.4643
2006	308,831	113,844	2.7128
2007	414,060	143,581	2.8838
2008	582,297	151,331	3.8478
2009	656,079	162,747	4.0313
2010	672,875	153,769	4.3759
2011	707,449	156,850	4.5104
2012	689,836	169,893	4.0604
2013	659,369	183,022	3.6027
2014	640,520	203,441	3.1484
2015	635,814	202,689	3.1369
2016	543,816	167,174	3.2530
2017	366,267	109,901	3.3327
2018	304,265	102,895	2.9570
2019	336,266	106,498(102,200)	3.1575(3.2903)
2020	320,580	97,428(93,618)	3.2904(3.4243)
2021	268,501	92,687(88,786)	2.8969(3.0241)

※ () 수치는 사내협력사 인력에서 기술직과 사무관리직 인원 제외
(2018년도 이전은 해당 인력 제외 집계)

● 1인당 매출액이 4억원 이상을 기록한 2009년부터 2012년까지 거의 모든 조선소가
영업흑자를 기록함. 그 이후 대부분의 조선소 영업적자를 기록 중.

1.10 경영 현황(1996년~2021년 3분기)

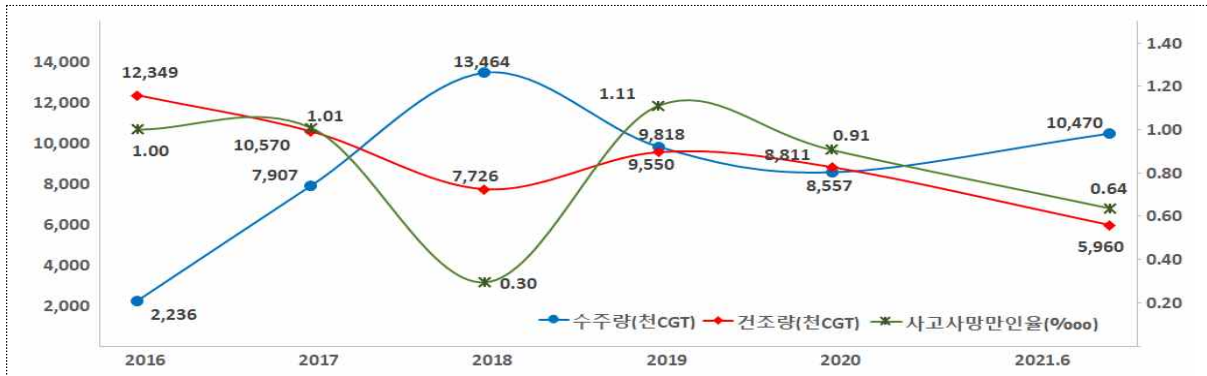
		<조선소별 경영현황(계열대우기준)>																								
연도	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021.1-9Q
한국조선해양	매출액	58,891	69,537	63,273	66,261	74,042	81,341	87,534	90,844	103,544	125,530	199,570	217,421	234,281	250,796	250,550	262,627	244,634	244,771	191,474	197,058	80,567	31,568	7,722	1,154	
	영업이익	6,625	10,003	6,863	7,517	5,323	4,545	2,745	580	908	8,788	17,506	22,267	36,527	26,208	12,844	7,347	19,232	16,763	1,791	138	246	246	371	4	
	영업이익률	11.2%	14.4%	10.9%	11.4%	7.2%	5.6%	3.4%	0.6%	1.1%	0.9%	7.0%	11.1%	11.3%	10.5%	5.1%	2.8%	7.9%	6.8%	0.7%	0.1%	0.3%	0.8%	0.7%	0.3%	
	당기순이익	2,025	3,129	3,038	3,013	281	2,411	1,138	362	1,813	7,728	17,380	22,166	37,644	26,153	19,439	11,020	4,116	17,548	15,480	2,649	46,934	3,511	146	1,750	1,028
현대중공업	매출액																									
	영업이익																									
	영업이익률																									
	당기순이익																									
삼성중공업	매출액	19,532	37,532	37,031	35,836	41,705	42,838	43,757	47,707	51,467	63,514	85,190	106,644	102,949	130,711	131,586	144,239	147,062	125,842	93,529	98,835	73,968	48,190	70,888	68,215	47,184
	영업이익	1,438	5,334	5,824	5,122	2,637	2,591	1,645	82	-42	992	4,093	7,533	7,916	11,457	11,017	11,499	9,345	7,427	16,945	1,817	4,512	4,517	4,500	21,120	6,917
	영업이익률	7.4%	14.2%	15.7%	14.6%	6.4%	6.1%	3.8%	0.2%	-0.1%	1.6%	7.9%	11.9%	11.3%	8.6%	8.4%	8.0%	6.3%	5.9%	17.8%	1.8%	4.5%	2.3%	2.4%	30.0%	14.7%
	당기순이익	935	796	85	-2,251	549	1,061	1,508	325	742	1,540	4,953	6,273	6,888	8,884	8,639	7,412	6,524	5,723	12,120	1,347	3,370	4,363	11,513	14,880	10,101
대우조선해양	매출액	7,814	40,155	10,028	21,154	27,067	27,933	34,944	34,964	71,047	109,444	150,542	177,541	121,777	120,511	133,592	130,401	130,000	113,454	106,340	113,454	106,340	89,157	70,411	41,488	
	영업이익	3,752	2,523	2,709	1,453	407	1,240	1,892	1,867	8,386	13,717	14,429	9,185	1,947	1,947	15,237	7,764	22,437	14,135	7,165	10,444	7,640	1,533	12,257		
	영업이익률	48.0%	6.3%	27.0%	6.8%	1.5%	4.4%	5.4%	5.3%	11.7%	12.4%	9.3%	5.3%	1.6%	1.6%	11.5%	5.9%	17.2%	6.4%	6.4%	7.7%	7.1%	1.7%	30.6%		
	당기순이익	96	1,807	2,592	2,442	1,437	71	547	3,222	1,388	2,647	10,783	6,542	2,578	2,504	2,518	21,079	29,929	7,991	9,441	5,777	1,143	1,243			
한진중공업	매출액	637	6,827	10,223	11,341	12,288	14,627	19,087	21,719	26,148	37,206	49,851	43,155	48,286	42,218	33,281	40,700	45,340	38,481	27,709	26,137	34,862	33,775	30,678		
	영업이익																									
	영업이익률																									
	당기순이익																									
한진해운	매출액	2,810	3,809	6,175	6,332	7,563	10,308	9,848	12,025	14,313	18,312	23,137	28,443	38,047	37,109	37,391	40,032	34,870	33,652	37,017	34,421	24,413	24,950	29,994	27,807	20,043
	영업이익	2.5	292	893	984	480	1,217	786	877	1,262	1,480	2,198	3,531	5,548	3,471	3,514	3,516	3,058	3,521	4,506	1,640	815	516	151	85	1,478
	영업이익률	0.0%	7.7%	14.3%	15.4%	6.3%	11.9%	8.0%	7.2%	8.8%	8.1%	12.0%	15.4%	14.4%	9.2%	9.4%	9.4%	8.7%	10.2%	12.6%	4.7%	3.3%	2.1%	0.5%	0.4%	7.4%
	당기순이익	48	3,301	215	433	83	621	744	337	1,082	1,282	2,362	5,211	5,191	3,786	4,517	2,278	1,112	1,879	3,952	239	402	4,364	878	431	1,101
한진중공업	매출액																									
	영업이익																									
	영업이익률																									
	당기순이익																									
대우조선	매출액	623	442	408	321	638	851	747	748	1,063	1,490	2,443	3,292	3,209	3,892	3,892	4,156	2,457	2,870	2,844	2,847	3,079	3,271	2,778	1,459	
	영업이익	7	44	10	20	25	11	36	77	91	72	97	238	618	915	794	1,593	208	354	158	133	279	47	113	146	66
	영업이익률	1.1%	10.0%	2.5%	6.2%	3.9%	1.3%	4.7%	10.3%	8.7%	6.3%	3.1%	8.8%	18.9%	23.5%	23.6%	38.4%	4.9%	5.3%	4.9%	4.7%	8.0%	1.4%	4.1%	8.5%	4.5%
	당기순이익	12	15	9	14	14	4	7	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
대우조선	매출액	3,258	4,627	5,639	6,722	8,140	11,479	16,192	21,290	30,516	47,912	64,492	81,992	101,492	119,992	139,992	159,992	179,992	199,992	219,992	239,992	259,992	279,992	299,992	319,992	
	영업이익	193	240	294	357	440	540	640	740	840	940	1,040	1,140	1,240	1,340	1,440	1,540	1,640	1,740	1,840	1,940	2,040	2,140	2,240	2,340	
	영업이익률	5.9%	5.2%	5.2%	5.3%	5.4%	4.7%	4.0%	3.5%	2.8%	2.1%	1.6%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	
	당기순이익	22	84	436	411	247	40	411	1,607	429	1,564	2,751	3,564	4,564	5,564	6,564	7,564	8,564	9,564	10,564	11,564	12,564	13,564	14,564	15,564	
대우조선	매출액	103	140	179	220	266	317	373	434	499	569	644	724	809	899	994	1,094	1,194	1,294	1,394	1,494	1,594	1,694	1,794	1,894	
	영업이익	13	40	26	24	3	3	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
	영업이익률	12.6%	28.6%	14.5%	11.0%	1.1%	0.9%	6.5%	5.8%	5.8%	4.3%	3.3%	3.1%	3.1%	2.0%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	
	당기순이익	111	31	27	21	12	12	21	91	112	121	131	141	151	161	171	181	191	201	211	221	231	241	251	261	
삼성중공업	매출액																									
	영업이익																									
	영업이익률																									
	당기순이익																									
3사 매출액 합계	매출액	109,811	148,262	137,487	146,268	168,148	188,183	204,088	211,487	215,688	248,282	368,282	448,282	508,282	548,282	588,282	628,282	668,282	708,282	748,282	788,282	828,282	868,282	908,282	948,282	
	영업이익																									
	영업이익률																									
	당기순이익																									
3사 영업이익 합계	매출액	109,811	148,262	137,487	146,268	168,148	188,183	204,088	211,487	215,688	248,282	368,282	448,282	508,282	548,282	588,282	628,282	668,282	708,282	748,282	788,282	828,282	868,282	908,282	948,282	
	영업이익																									
	영업이익률																									
	당기순이익																									

* 주1: 현대중공업그룹은 조선소중공업, 현대중공업, 현대중공업(주)를 포함하여 집계함
* 주2: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주3: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주4: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주5: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주6: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주7: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주8: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주9: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주10: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주11: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주12: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주13: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주14: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주15: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주16: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주17: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주18: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주19: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주20: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주21: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주22: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주23: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주24: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주25: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주26: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주27: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주28: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주29: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주30: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주31: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주32: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주33: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주34: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주35: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주36: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주37: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주38: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주39: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주40: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주41: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주42: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주43: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주44: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주45: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주46: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주47: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주48: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주49: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주50: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주51: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주52: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주53: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주54: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주55: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주56: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주57: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주58: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주59: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주60: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주61: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주62: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주63: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주64: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주65: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함
* 주66: 2021년 현대중공업 실적은 9월 30일 기준으로 집계함

2. 수치로 한국 조선산업의 HSE를 말하다.

2.1 불안정한 조선업

○ 사망사고만인율은 대체로 건조량에 비례하는 경향



○ 년도별 사고사망자수/기능직 인력

구분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년 10월	사고 사망자 합계
직영	6/32,396	4/27,900	2/26,281	3/25,185	3/24,009	2/23,234	20
사내 협력사	17/108,841	16/61,465	3/57,440	13/59,056	10/50,614	9/47,019	68

사고사망자수 분석

- 연령대 : 20대 이하 4명, 30대 15명, 40대 27명, 50대 25명, 60대 이상 17명
⇒ 고 기량자 다수 사망
- 근속기간 : 1년 미만 42명, 2년 미만 14명, 3년 미만 7명, 4년 미만 3명,
4년 이상 22명
⇒ 미숙련자 및 미경험자 다수 사망, 경력자 自慢 금물
- 발생유형 : 떨어짐 23명, 부딪침 12명, 끼임 12명, 깔림·뒤집힘 10명, 맞음 10명,
폭발 7명, 질식 5명
⇒ 사고 발생유형은 추락 월등, 타 유형 비슷
- 작업공정 : 취부용접 14명, 도장 12명, 배재 11명, 장비이동 11명, 정비보수 10명
⇒ 어느 작업공정이나 사고 발생 가능성 상존

○ 사고사망자수 기준 비율(사내협력사/직영)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년 10월
비율	2.83	4.0	1.5	4.33	3.33	4.5

○ 사고사망만인율 기준 비율(사내협력사/직영)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년 10월
비율	0.84	1.82	0.69	1.85	1.58	2.22

※ 단순 사고사망자수 비교 불합리 ⇒ 노조의 위험의 외주화 주장 무리

○ 조선업계의 최근 (사망)사고

- ☞ 현대삼호중공업 사내협력사 소속 근로자 사다리 추락사고로 사망
(2022년 1월 19일)
- ☞ 현대중공업 울산조선소 가공소조립 소속 50대 근로자 끼임 사고로 사망
(2022년 1월 24일)
- ☞ 현대미포조선 변전소 전류 테스트 중 근로자 3도 화상(2022년 2월 13일)
- ☞ 삼강S&C 협력업체 직원 용접 준비 중 추락 사망(2022년 2월 19일)
- ☞ 대우조선해양 엘리베이터 정비작업 중 낙하물 충돌 사망(2022년 3월 25일)

2.2 관련 법과 제도의 변화

- 산업안전보건법 전부 개정 및 시행(2020년 1월 16일)
- 2018년 태안화력발전소 하청근로자 김용균씨 사망 → 중대재해처벌법 제정 계기(영국의 기업살인법 모방) → **중대재해처벌법 발효**
(2022년 1월 27일)

[제정배경]

- 지속적인 사고사망 발생으로 인한 국민감정(정서) 악화 → 법안의
 줄속 처리 → 경영책임자에 대한 1년 이상의 징역 가능성 회의적(?)
 - 처벌 위주의 법 강화 효과 회의적 시각 다수 존재 → 기업과 작업자의
 안전에 대한 인식 대전환 필요 → **산업안전, 노사공동의 책임**
- 법 발효 직후 대형 사고 발생
 - ① 현대산업개발 광주 아파트 붕괴사고 (2022.1.11, 6명 사망)
 - ② 삼표산업 토사 붕괴 매몰사고(2022.1.29, 3명 사망)
 - ③ NCC 여천공장 폭발사고(2022.2.11, 4명 사고)
 - ④ 안철수 대선후보 유세 지원차 일산화탄소 중독사고(2022.2.15, 3명 사망)

1) 산업재해율



※ 상기 그림 출처 : SBS 취재파일(2022.3.1.)

→ 한국과 유럽국가(28개국)의 산업재해율과 산재사망율 비교

[분석 1]

- ① 산업재해율이 높은 top 11 국가 중, 산재사망율이 낮은 top 11 국가에 포함된 국가는 5개국
- ② 산업재해율이 낮은 top 11 국가 중, 산재사망율이 높은 top 11 국가에 포함된 국가는 6개국
- ③ 산재사망율이 높은 top 11 국가 중, 산업재해율이 낮은 top 11 국가에 포함된 국가는 6개국
- ④ 산재사망율이 낮은 top 11 국가 중, 산업재해율이 높은 top 11 국가에 포함된 국가는 5개국

[분석 2]

- ① 높은 산업재해율 top 11 국가 중, 높은 산재사망율 top 11 국가에 포함된 국가는 3개국 : 이탈리아, 오스트리아, 룩셈부르크
- ② 낮은 산업재해율 top 11 국가 중, 낮은 산재사망율 top 11 국가에 포함된 국가는 3개국 : 그리스, 노르웨이, 폴란드

[분석 3]

- ① 산업재해율과 산재사망율의 중간 7개국 중 양쪽에 속한 국가 : 몰타, 에스토니아

[산업재해에 대한 오해와 진실]

① 산재사망율이 높은 국가가 산업재해율도 높다.

② 산재사망율이 낮은 국가가 산업재해율도 낮다.

☞ (분석 결과) 유의미한 관계 없다.

③ ①이 아니면 은폐한다고 생각한다.

☞ (분석 결과) 은폐 안 하면 산재사망율은 더 낮아진다.

사망사고는 은폐하기가 쉽지 않다.

④ 산업재해율과 산재사망율을 낮추기 위해서는 **작업에 인간개입을 최소화**해야 한다.

☞ (분석 결과) 기계화·자동화·로봇화 등을 통해 낮출 수 있다.

그러나 그것만으로는 부족하다. 작업환경에 대한 인간공학적 思考가 병행되어야 한다.

2.3 ESG와 HSE

□ ESG 탄생

- 사회적 가치 기준에 의한 제품선택 보편화 : 소비문화를 선도하는 MZ 세대
 - ESG 기반의 사회적 가치 기준 탄생 → new normal
 - ※ ESG(Environment, Social, Governance) : 환경, 사회, 지배구조
- 비재무적 평가의 중요성 인식 → 재무적 평가의 허점 보완
 - 기업의 사회적 문제해결 능력 및 지속가능성 의문
- HSE의 상위 개념 체계 완성 → 경영층 인식의 대전환 계기
 - 하위 실무적 차원의 HSE 한계 해결

□ Smart Shipyard 속의 HSE 모습

- ESG와 연계한 전사적(company-wide) HSE
 - 추진 방향의 전환 : bottom up 방식에서 top down 방식으로
 - 전근대적 현장 HSE 활동의 Smart화(Cyber Physical System 구축) 추진
- 조선소의 결정적 business 요소(risk factor)로 자리매김
 - 기업의 사회적 책임 및 법적 책임 강화 분위기
- 조선소의 신용도(credit rating) 및 평판(reputation) 좌우
 - 원활한 공급망(supply chain) 운영 척도 : 외주, 인력, 자재, 금융, 기술 등
- 중대재해처벌법 시행으로 HSE의 필요성 및 중요성 배가
 - 실질적 경영책임자 처벌과 경영위기 도래 가능성 대비

HSE가 재무관리다.

중대재해 발생



실질적 경영책임자 처벌



조업 중단



조선소 신용도 추락



금융조달 위기



경영악화



조선소 위기

2.4 HSE, 조선업의 영속성 좌우

HSE가 경쟁력이다.

👉 재해예방은, 조선소가 살 길이다.

👉 재해발생은, 조선소가 망하는 길이다.

- 첫째, HSE 활동에 대한 **인식**을 바꾸자.
- 둘째, HSE 활동은 **기업경영**의 최우선 과제다.
- 셋째, HSE 활동은 **경영층과 근로자**가 함께 가야 할 길이다.
- 넷째, HSE 활동은 위험에서 **나와 가족**을 지키는 일이다.
- 다섯째, HSE 활동은 **공동체**(기업, 사회, 국가, 지구)를 보호하는 길이다.

3. 한국 조선산업의 내일

3.1 지구환경 변화

○ 지구 온난화 현상

- 가뭄, 홍수, 폭설, 태풍, 해수 온도 및 해수면 상승 등

○ 지구 온난화 원인

- 화석연료 사용으로 인한 온실가스(green house gas) 배출

○ 원인 제거를 위한 전 지구적 공감대 형성

- 스톡홀름 선언(1972.6, 스웨덴)
- 리우 선언(1992.6, 브라질)
- 유엔기후변화협약(UNFCCC) 승인 및 발효(1992.5, 1994.3)
- 교토 의정서 채택(1997.12, 일본)
- 파리 기후협약 승인 및 발효(2015.12, 2016.11)
- 유엔기후변화협약 제26차 당사국 총회(영국 글래스고우, 2021.11)

3.2 경제·사회적 변화

○ 유엔무역개발회의(UNCTAD) 선진국 지위 부여(2021.7)

- 1인당 국민소득(GNI) 31,881\$(2020)

○ 사회적 변화

- 합계출산율 감소(2015년 1.24 → 2020년 0.84 → 2021년 0.81)
- 인구감소 지속 및 고령화(100세 시대) : 탄생자 < 사망자
- 인력난 심화(수요와 공급의 불일치, 구인난과 구직난의 공존)
- 코로나19로 인한 비대면 경제(untact economy) 출현
- 양극화(polarization) 심화

○ 제조업에 대한 인식 변화

- 3D 작업(공정, 산업) 기피

3.3 조선공법의 변화와 선도국

리벳공법(유럽) → 용접공법(일본) → 메가공법(한국) → 디지털공법(?)

3.4 변화에 따른 신속한 대응

□ 지구환경 변화에 따른 전 세계적 장기목표

[IMO] 72차 해양환경보호위원회(MEPC72) 2008년 대비 감축목표 설정(2018)

- ◆ 2050년까지 탄소 집약도(carbon intensity) 70% 감축
- ◆ 2050년까지 온실가스 배출(GHG emissions) 50% 감축

[한국] 대통령 직속 탄소중립위원회 감축목표(NDC) 확정(2021.10.18)

- 2030년 2018년 대비 온실가스 40% 감축, 2050년 순배출량 0(net zero) 실현

□ 감축목표 실현을 위한 해운·조선업계 목표

○ environment-friendly ship 개발

- 기존의 벙커C유 대체 무공해 연료 개발

※ 환경친화적 선박의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 제정 및 시행

- 제정(2018.12.31), 시행(2020.1.1)
- 용어의 정의 : 선박, 선박에너지효율, 환경친화적 선박 등
- 양 부처(산업통상자원부, 해양수산부) 5년마다 기본계획 공동수립

○ 대체 가능 선박연료의 선택 및 고려사항

[선박연료]

- 병커C유, **LNG**, LPG, Methanol, **암모니아**, **수소**, 원자력(핵분열), 인공태양(핵융합), dual-fuel 등
- bio 연료
- 선박용 연료전지 : SOFC(Solid Oxide Fuel Cell, 고체산화물연료전지)
- 선박용 battery : 리튬 이온 배터리, 바나듐 이온 배터리

[고려사항]

- ① 생산방법
- ② 생산과정에서의 오염물질 발생 가능성
- ③ 경제적 생산 가능성
- ④ 생산량의 수요충족 여부
- ⑤ 저장과 운송의 용이성
- ⑥ 항구 또는 해상에서의 활용(공급) 용이성
- ⑦ 사고 시 선원, 해양 그리고 대기 피해 여부

※ 관점에 따른 후보 대체연료의 상업화 가능성 분석 : 선택과 집중 개발

□ 선원 부족 대비 **해운업계 목표**

○ [IMO] Maritime Autonomous Surface Ship(MASS) 개발

☞ 자율운항 수준을 **4단계**로 분류(선박운항의 인간 직접개입 최소화 목표)

- ① 1단계 자율운항선박 개발(유인선박)
- ② 2단계 자율운항선박 개발(유인선박)
- ③ 3단계 자율운항선박 개발(무인선박, 외부원격 제어 및 운영)
- ④ 4단계 자율운항선박 개발(무인선박, 선내운용시스템)

☞ 조선업계 및 기자재업계 주도 기술 개발

○ 자율운항 선박의 필요성 및 기능

[필요성]

- 선원부족 : 특수 근무환경

[기능]

- 자동운항 : e-navigation, 장애물 회피 등
- 최적운항 : AI를 이용한 최적항로(거리, 시간, 에너지 효율 등) 설정
- 기기점검 : 실시간 monitoring

※ 세계 선박 지향 : global service 목적의 호환성(compatibility) 및 global standard 중요

○ smart 조선기자재

- 기계적 의장품에서 전자적 의장품으로 교체 : 선박제품 아닌 전자제품, H/W보다 S/W 중요
- 4차산업혁명 기술의 복합체 : 선원의 머리와 팔·다리로 하던 일을 기계식·전자식·AI로 대체
- 대상 의장품 : 목, 철, 배관, 기관, 전기·전자, 도장 등

※ 4차산업혁명 기술이란? AI, IoT, Big Data, VR/AR, Robot, Sensor 등

□ 인력 부족 및 안전사고 대비 **조선업계 목표**

○ Smart & Green Shipyard 구축 필요성

- ① 인력부족 : 3D 산업 및 작업(공정)
- ② 유해환경 : 필수 환경오염 작업(공정) 존재
- ③ 안전사고 : 지속적인 사고 발생



- ① 눈부신 ICT 기술의 발달 : 4차산업혁명 도래, 제조업4.0 구축
- ② 실 작업 및 공정 M&S 기술의 발달 : 정보공유를 통한 부서간, 공정간 정보흐름의 벽 제거 → 주요 작업(공정)의 사전 simulation → 평가
- ③ 조선소의 환경성 평가



- ① 조선소의 Smart & Green화 실현

○ Smart & Green Shipyard 구축

- Smart Shipyard 구축

- ① 설계의 사전 검증 : Digital Twin 기술(M/S 기술)
 - 설계오류 개선, 최적 시공방법 및 순서 결정
- ② 생산계획 및 Scheduling 기반의 생산 Process 검증
- ③ 생산계획 및 Scheduling 기반의 물류흐름 검증
- ④ 위험작업(공정)의 Modelling & Simulation : Metaverse(Cyberspace)
- ⑤ Digital 안전체험관/Physical 안전체험관
- ⑥ Drone 이용 용접/도장검사
- ⑦ Digital 용접/도장체험관 등

- Green Shipyard 구축(환경성 평가체계)

구분		세부내용	
		평가지표	평가산식
기본 부문 (100점)	온실가스 (25점)	온실가스배출량(직접배출량+간접배출량) 원단위	감축 성과(3), 산업 내 성과(2), 산업리스크(1)를 괄호 안의 비율로 가중평균
	대기오염 (25점)	대기오염물질 배출량(황산화물, 질산화물, 총먼지의 합) 원단위	
	용수 (25점)	용수사용량(상수·지하수·하천수·호수수·해수 사용량 합) 원단위	
	폐기물 (25점)	폐기물 처분량(지정/일반/건설폐기물의 합) 원단위	
가점부문 (+10점)		환경신기술 검증, 환경신기술 인증, 환경경영시스템 인증(ISO 14001), 저탄소제품 인증, 환경표지 인증, 녹색인증, GR 인증 여부	인증 여부에 따라 1, 1.5, 2점 부여
감점부문 (-10점)		환경법규위반에 따른 행정처분. 행정처분의 유형을 아래 3단계로 구분하여, 행정처분 횟수 및 경중에 따라 감점 ① 1단계: 경고·개선명령·과태료 ② 2단계: 조치명령·조업정지·과징금 ③ 3단계: 사용중지·폐쇄명령·허가취소	1단계: -1 ~ -4 2단계: -3 ~ -10 3단계: -7 ~ -10

주) 환경부와 한국환경산업기술원 환경성 평가체계 가이드라인 제정(2022.2.18.)

- 기업의 친환경 경영 유도과 녹색경영기업 금융지원시스템과의 연계

3.5 한국 조선산업의 살길

□ 미래기술 확보는 기본 : 세계는 기술선점 전쟁터

○ 친환경 선박 기술

[HSE 관점]

- **선박 기인** 환경오염 최소화 지향 : 깨끗한 해양 및 대기 환경 조성
- **선원 기인** 환경오염 최소화 방안 강구
- 선원의 environment-friendly ship 적응훈련 교육체계 구비: 운용 및 사고 대비

[세계 각국]

- 한국 등 세계 각국 **LNG 추진** 선박 건조
- 한국조선해양 Maersk 16,000 TEU급 **Methanol 추진** 컨테이너 운반선 건조계약(2021.12.8.)
- 울산시·HLB(주) **수소연료전지 추진** 어선 실증 운행 (2021년, 장생포-태화강 국가정원)
- KRISO·(주)유일 **전기추진** 차도선 착공식 거행(2021.7.29.)
- KIOST·(주)펄컨오션레저 **해양특화전지** 기반 친환경 레저선박 개발
- 일본, **NYK+MTI+Elomatic(스웨덴) ammonia-fuel ready** LNG연료추진 선박 (ARLFV) 개발
- 일본, **MOL+미쓰비시 이중연료(HFO+LNG)** 페리 건조(Sunflower Kurenai, Sunflower Murasaki)
- 벨기에 해운사 CMB 세계최초 **수소추진** 페리(Hydro Bingo) 공개
- bio 연료(biomass에서 추출한 모든 연료)선 test : 한국(HMM) **bio중유**, 덴마크(Maersk) **B30**, 벨기에(Euronav) **B30**, 영국(Anglo American) **bio디젤**, 일본(MOL) **BDF** 등

※ 일본의 가와사키 중공업에서 2019년 건조한 **세계 최초의 액화수소 운반선** Suiso Frontier호(8,000톤급)가 **호주의 헤이스팅스** 항구에서 1,250㎥ 용량 특수 탱크에 50톤의 액화수소를 싣고 **고베항** 도착 : **최초의 수출 실증(?)**

- 갈탄에서 추출한 수소는 - 253도로 냉각 저장
- 생산 및 냉각 과정에서 발생한 이산화탄소는 탄소배출권으로 감축

○ Smart 선박 기술

[HSE 관점]

- 선원 직무설계의 재조명 : 선원의 존재 이유와 직무의 재설계
- 인간공학적 선박 설계 : 최적 선내 주거환경 조성(선원의 정신적 질환 예방)
- 선원의 smart ship 적응훈련 교육체계 구비 : 운용 및 사고 대비

[한국]

- 삼성중공업·목포해양대 SAS 탑재 자율운항선 충돌회피 실증(2021.9.2.)
- 현대중공업 자회사 아비커스 HINAS(항해) 및 HIBAS(이·접안) 탑재 12인승 소형 자율운항 크루즈 시험운항 성공
- 대우조선해양 스마트쉽 솔루션 DS4(DSME Smart Ship Platform) 개발/탑재
- KRISO 자율운항선박 기술개발 사업(2020년~2025년, 1603억원) : 4개 분야 13개 핵심기술 개발

[일본]

- 미쓰비시조선·일본재단·신니혼카페리사 완전자율운항 navigation system 탑재 대형카페리선(222m) 실증 test 성공
- 미쓰이 O·S·K라인(MOL) 194TEU급 컨테이너 운반선 Mikage호 쓰루가항-사카이항(298km) 세계 최초 화물선 완전 자율운항 성공(2022.1.24)
- MOL·미쓰이E&S조선·후루노전기·Imoto Lines·A.L.I Technologies GT11,410 카페리 Sunflower Shiretoko호 도마코마-오라이(750km) 세계 최장 거리 무인 항해
- IAS(지능형인식시스템) 탑재 여객선(고베-오이타) 선플라워골드 야간 운항 성공
- NYK 자동피항운항시스템 SSR(Sherpa System for Real Ship) 탑재 세계 최초 자율운항선박 시험 운항

[중국]

- CSSC 스마트운행 및 유지시스템 SOMS 탑재 세계 최초 39,000톤급 화물선 스마트선박 그레이트 인텔리젠스호 출항(2017.12)
- 자율운항 화물선 근두운 0호 시험 항해(2019.12)

[노르웨이]

- Yara·콩스버그 세계 최초 자율운항 비료 컨테이너선(120TEU) 개발(2021.11.20.)

[영국]

- 롤스로이스·핀페리(핀란드 국영 선박회사) IAS(지능형인식시스템) 탑재
여객선 팔코 50km 왕복 운항 성공

[미국]

- IBM 메이플라워 자율운항선박(MAS400) 개발 운항(560km 운항)

○ Smart & Green Shipyard 구축

[HSE 관점]

- minimum(zero) emission 조선소 만들기 : 소음, 먼지, 오·폐수, 쓰레기(포장재), 지정폐기물(잔존 페인트, 페인트 통 등), THC(VOC), 방사능 등
- 작업 및 공정에 인간개입 최소화(control tower) : 주요 작업 및 공정의 사전 모의시험(simulation) 및 실행, 위험요소 제거(안전한 작업장)
- 작업자의 smart&green shipyard 적응훈련 교육체계 구비:운용 및 사고 대비

[삼성중공업]

- 스마트 SHI(2019) 구축 일환 DT(Digital Transformation) 기술 활용 전 영역 업무혁신 추진(스마트 생산, 스마트 설계, 스마트 워크)
- Digital Twin 개념의 Cyber Physical System(CPS) 구축
- 3D Digital 도면 기반의 시스템 플랫폼(Platform) 개발
- GIS 기반 공정 모니터링 시스템 개발
- IoT 부착 지게차, 이동식 크레인, 트랜스포터 등을 이용한 물류관리
- AR 기술 활용 현장 검사

[현대중공업]

- AR/VR 이용 위험작업 simulation program 개발
(원격 검사 solution, 스마트 물류 solution 등)
- 3차원 선체곡면 자동성형 시스템 개발(2018), 용접 및 도장 자동화 지능형 로봇 개발
- 4차산업혁명 기술 활용 스마트 조선소와 스마트 factory 구축
(지능형 모니터링 시스템, 지능형 자율운영 조선소) : 안전성 제고, 생산성 향상, 안전사고 예방
- AVEVA, Foran, CADMATIC 등과 차세대 설계 시스템 개발

[대우조선해양]

- VR 이용 VR 도장교육센터, 드론 활용 스마트 생산관리센터, 스마트 시운전센터 개소
- 가상선원교육시스템, 가상안전체험실, 디지털 생산센터 개소·운영
- AI 기반 디지털 RT(Radiographic Test) 검사기술 및 검사 로봇 개발
- 비대면 기술을 활용한 원격유지보수지원 시스템(DS4 AR Support) 개발
- AVEVA P&ID Solution 도입 및 Customizing(지능형 P&ID 시스템 구축)

[기타]

- (주)타임텍 가상 선박 3D model 기반 비대면 회의시스템(TTM Live) 개발
- 전라남도 중소조선업 스마트화 사업 선정(2021-2025, 140억) : 건조장비의 스마트화, 스마트 생산시스템, 비계기술 개발, 관련 엔지니어 양성 등
- 울산시 5G 기반 디지털 조선소 구축 추진(2020-2023, 220억)
- 울산시 조선해양분야 3D Printing 사업 추진(2022.2.8)
(3D Printing 선박모형제조·주조품 실증·의장품 개발, 3D Printer 개발)
- 엔알텍 원격외선을 이용한 친환경 도장 건조 설비 개발(2021년)

□ 인력확보와 R&D 역량이 조선산업의 미래 좌우

○ 한국 조선산업의 현주소 : **건조지향 국가 > 기술지향 국가**

① 건조지향 국가 유지 조건

- 생산가능인구감소, 합계출산율감소(0.81), 고령화 등 추세적 인구변화 속에서 중장기적인 조선산업으로의 **인력 유입책** 마련 시급
- 2014년 이후 조선인력 지속적 감소추세 → 현재 9만명
- 적정 건조능력 1,000만cgt 가정, 상시적 인력 **10만명** 필요 → 감소추세 저지와 조선인력 10만명 사수

② 기술지향 국가 유지 조건

- 기존의 기술 선도국 기술장벽을 극복할 무기 역시 **수요자 맞춤 기술** → 깊이 있는 혁신적인 기술만이 기술수명 지속

- **튼튼한 기술인력 기반** → 현재 조선해양 관련 대학 및 학과 다수 존재 → 29개 대학·대학원에서 매년 1,000명 이상 인력 배출
- 매년 교육기관에서 배출되는 인력을 조선산업으로 끌어드리는 **단기적 유인책** 필요. 장기적으로는 조선산업의 **안정성**과 **안전성**을 높여 **매력산업**으로의 탈바꿈.
- ※ ①과 ②의 조건이 불충분하면 결국 한국의 조선산업은 **축소지향 산업**으로 갈 수밖에 없음.

○ 기술개발 Mind 대전환

① 남한의 노벨상 프로젝트 전략과 북한의 ICBM 개발 전략

● 2011년 기초과학연구원(IBS) 탄생, 10여년간 1조 7천억 예산 투입

- ☞ 10여년 동안 30여개 연구단 탄생과 소멸 반복, 중이온 가속기(라온)의 가동시기 불투명[2017년→2027년(?)], 노벨상과는 거리가 먼 연구환경
- ☞ ‘**처음부터 노벨상을 타기 위해 연구하는 연구자는 없다.**’ → 가장 혁신적인 30~40대의 연구결과로 20~30년 뒤에 노벨상 수상

● 3대에 걸친 **집념과 열정**이 **혁신적인 기술**을 만들고, 그 기술로 제대로 된 **상품(ICBM)** 개발 → 관련 기술의 파급력 광범위(민수 전환)

- ☞ 착한 기술과 나쁜 기술

② KC1과 BWMS(BWTS)

● LNG 화물창 기술 척당 100억원 기술료 지급 → 한국형 LNG 화물창 개발(KC1) 착수(2004년) → 실선(174K LNGC, 7.5K 병커링 선) 적용(2015년) → 적용 실패(병커링 선 적용 성공), 소송 및 수리 진행 중

- ☞ KC2 개발 중(2020.7~2022.12, 목포대), 조선 3사 독자 모델 보유, Track Record 전무
- ☞ **기술개발**보다 어려운 **기술탑재(상용화)**

- ◎ IMO BWMC(선박평형수관리협약) 제정(2004년) 및 발효(2017년), USCG 형식승인 의무화 → 선제적 대응 R&D를 통한 독자적인 BWMS 개발로 시장선도 및 시장점유 우위 확보

- ☞ BWMS 분야 세계적 기업 탄생 : 테크로스, 파나시아 등
- ☞ 조선 2사(현대, 삼성) 독자 모델 보유, 정부의 R&D 지원 정책 유감

③ e-Navigation 기술개발 및 보급

- ◎ 2016년부터 2020년까지 연구비 1,308억(민자 190억 포함) 투입 → 2021년 보급 시작

- ☞ IMO의 e-Navigation → 한국형 바다 Navigation(Smart Navigation)
- ☞ 보급실적 저조 → 왜(?)