

포항제철소 제4투기장 조성공사

세계 최초 신공법 도입 해양 해안 개발에 기여

김 찬 영

〈거양개발(주) 토목과장〉

공사개요

가. 공사명 : 포항제철소 제4투기장 조성공사(호안)
 나. 공기 : '98. 10. 4 - '99. 12. 31. (39개월)
 다. 공사금액 : ○총공사비 : 68,349,275,000원
 ○사급공사비 : 19,449,275,000원
 ○도급공사비 : 48,900,000,000원
 라. 공사목적 : 조업중 발생하는 폐기물을 효율적으로 처리하여 환경오염방지 및 조업 안정을 도모하여 향후 공장부지 조성을 위한 호안 축조공사임

마. 조성면적 : 1,229,000m²
 바. 호안길이 : 2,338m
 사. 적출장 : 180m
 아. 여수로 : 1식
 자. 등대이설 : 1식
 차. 주요공사비 〈표1〉

주요공사물량

가. Conc.공: 118,900m³
 1) COVER (180K): 9,482m³

〈표1〉 주요공사비(순공사비)

(단위 : 백만원)

구 분	사 급	도 급	합 계	비 고
1. 하부공	8,783	13,880	22,663	
2. 상부공	2,602	872	3,474	
3. STEEL CAISSON공	4,994	12,237	17,231	
4. 방식공	-	1,024	1,024	
5. 적출장공	154	371	525	
6. T.T.P. 공	590	3,511	4,101	
7. 북방파제공	1,151	2,941	4,092	
8. 부대공	1,152	2,579	3,731	
9. 가설전기	23	117	140	
계	19,449	37,532	56,981	

2)CAP & PARAPET
(180K): 38,582m³

3)Cell(Wall) (180K):
33,787m³

4)각종 BLOCK (180K):
15,936m³

5)T.T.P (210K): 18,088m³

6)OTHERS: 3,025m³

나. Cell 제작: 19,503 TON

1)STEEL PLATE: 15,
738 TON

2)형강: 3,765 TON

다. 사석공: 371,153m³

1)기초사석(0.015-0.03M³): 316,
451m³

2)피복석 (0.1-0.5M³) : 54,702m³

라. SLAG공 : 2,304,890m³

1)속채움 (CS-70): 272,625m³

2)뒷채움 및 보호공(괴재): 2,032,
265m³

마. T.T.P. 거치

1)T.T.P. 인양거치: 19,029 EA

2)T.T.P. 제작: 1,929 EA

바. BLOCK 공

1)근고 BLOCK : 777 EA

2)SOLID BLOCK: 26 EA

3)오탁방지 BLOCK: 938 EA

4)적출장 BLOCK: 143 EA

사. MAT

1)GEOTEXTILE: 35,981 m²

2)GEOMEMBRANE: 117,726m²

3)GEOGRID: 17,806m²

아. 기타

1)오탁방지막: 1240m×6회

2)측량작업대: 2개소

3)가설전기: 1식

4)등대이설: 1식

5)등부표: 3 SET

6)Cell제작 기초 및 작업
대: 1식

7)도장 작업대: 4 SET

8)카운터 웨이터: 2 SET

9)조금구: 5 SET

10)방식공: 1,497 EA

11)도장공사: 7,537m²

12)여수로: 1식

13)철근: 643 TON

14)EGI 울타리: 950m

자. 고르기

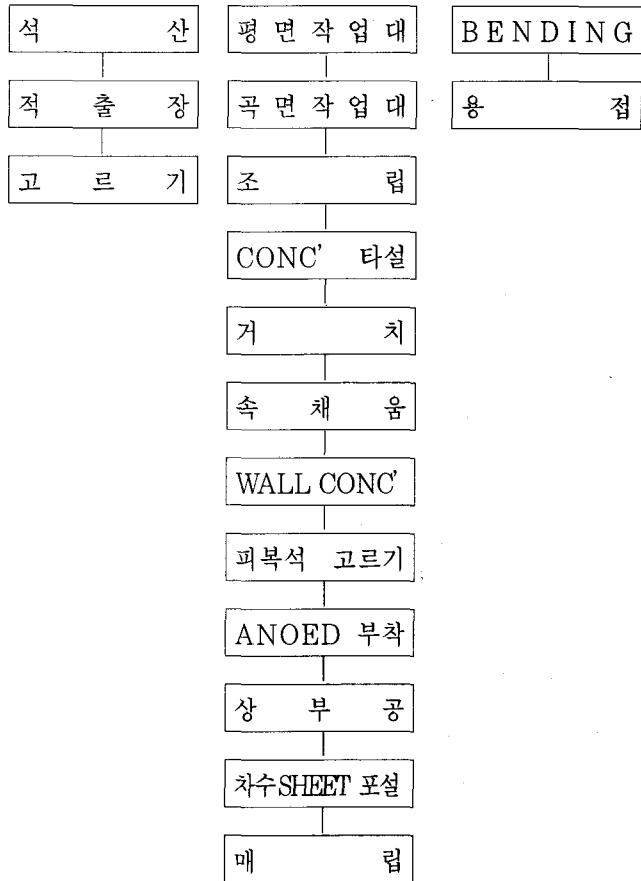
1)사석고르기: 105,572 M³

2)피복석고르기: 67,573 M³

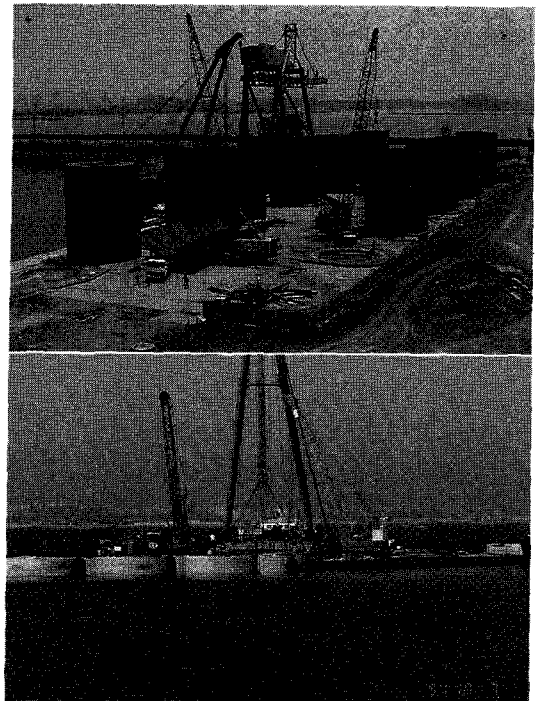
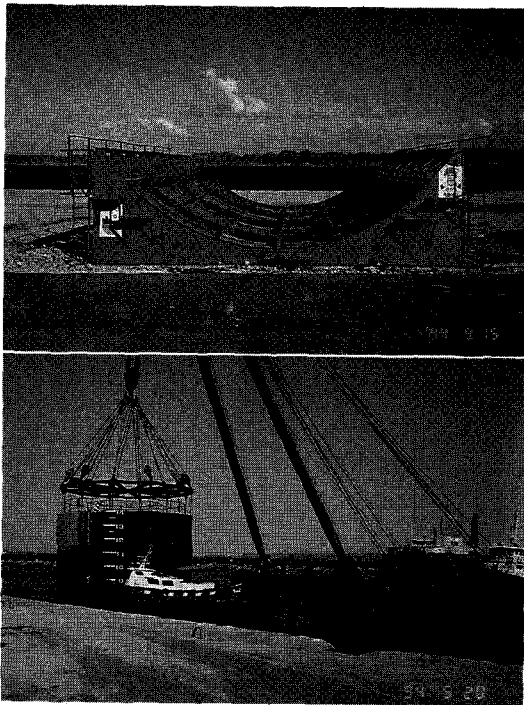
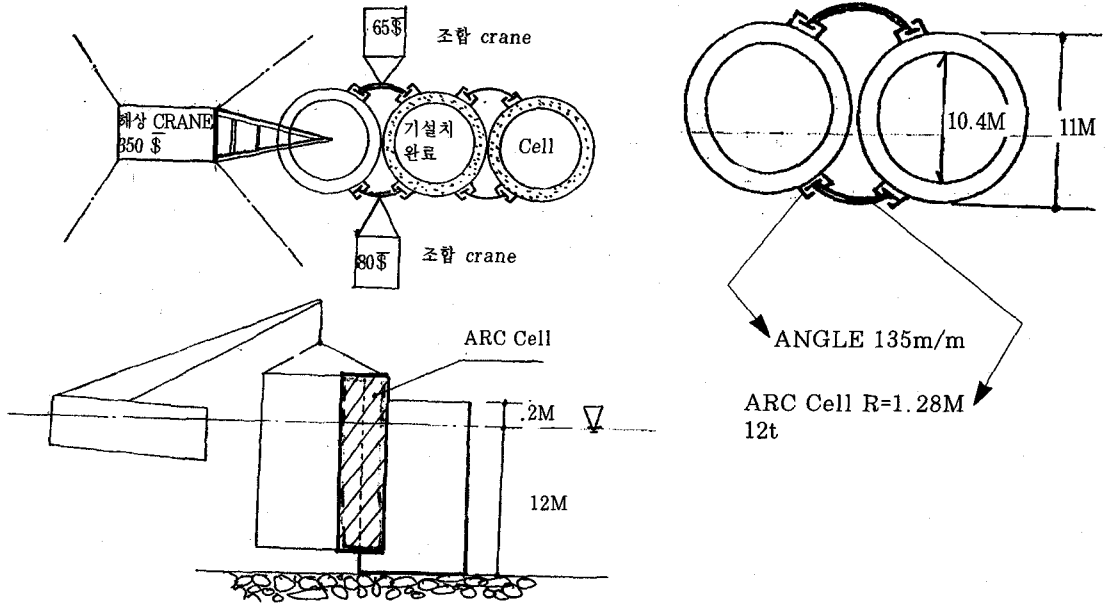
시공

1) FLOW

(석 산)(CELL 제작) (ARC CELL 제작)



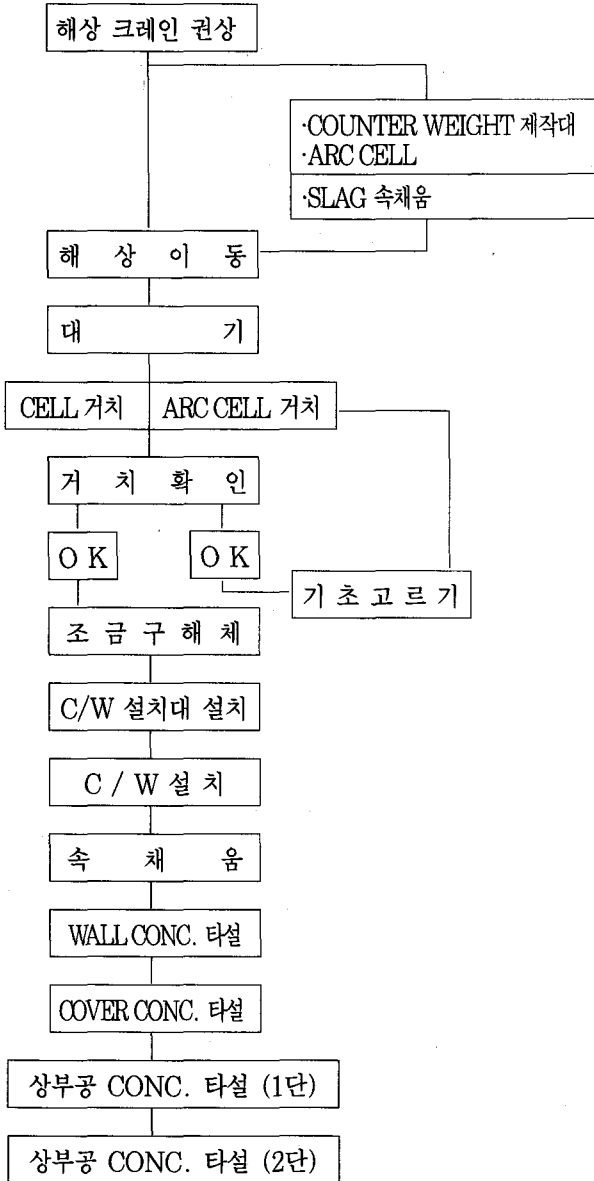
2) 시공(거치) 방법



강판 CELL 거치

가. FLOW

- 1) 제작 : 육상 → WALL CONC. 4M타설
- 2) 설치



나. 투입장비

- 1) CELL 거치
 - 해상기중기선(300TON): 1척
 - 예인선(450HP): 1척

- 양묘선(250HP): 1척
- 지휘선(감독선): 1척
- 2) ARC CELL 거치 및 COUNTER WEIGHT 설치
 - 대선(500P): 2척
 - 예인선(380HP): 2척
 - 크레인(65TON): 2대

다. 투입인원

- 선원: 6명(선장1명, 기관장1명)
- 잠수: 2조(조당: 잠수부1명, 조공1명)
- 비계공: 10명
- 특별인부: 10명
- 라. 물량처리 계획
- 1) 추진일정

구분	물량	추진일정	비고
북방파제	64함	'94.6.1 12.E ○————○	
직선구간	95함	'95.1.3 10.E ○————○	
연약지반	54함	11.1 '95.5.E ○————○	
계	213함	6.1 ('94) 12.E ('95) 10.E ('96) 5.E ○————○————○————○	

2) 물량처리

구분	수량	거치함/일	거치함/월	총소요일	비고
북방파제	64함	3.2	9.2	67일	
직선구간	95함	2.3	9.2	99일	
연약지반	54함	3.8	7.8	58일	
평균	213함	3.1일	8.7함	224일	

마. 거치방법

1) CELL 인양전 준비

- 고르기 확인 및 공정검토
- 기상대 기상확인
- 양수표 설치
- VALVE 설치 및 맹판설치
- 내부청소
- 내부비계 철거
- 현장 장비 이동 확인
- ARC CELL 위치파악
- 해상장비 대기확인
- CELL과 조금구 결속
- 입출항 선박확인 (익일: 항만청 상황실)

2) CELL 이동

- CELL 내부에 수중 PUMP 설치하여 안전 충수선까지 배수하여 부상시킨후 대기한다.
- 지휘자는 해상 CRANE HOOK와 조금구 결속상태 확인한다.
- 본선은 지휘자의 신호에 따라 서서히 CELL 쪽으로 접근을 유도한후 지휘자 신호에 따라 행동한다.
- 조금구를 CELL 상부에서 30cm까지 하강시킨다.
- 작업원을 CELL 상부로 배치한다.
- 지휘자는 CELL 상부 조금구 결속할 작업원 안전을 주의시키고 LUG를 결속하고 지휘자 신호에 따라 대피한다.

3) 권 상

- 작업원의 철수가 완료되면 지휘자는 본선 신호수에게 서서히 권상시킨다. (약 10cm 정도/분)
- 권상이 완료되면 본선 신호수는 ANCHOR를 감고 지휘자 신호에 따라 이동한다.

4) 거치

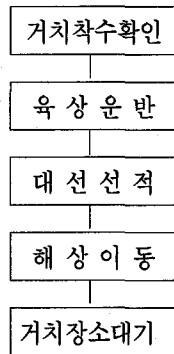
- 본선은 CELL거치 위치에 접근하여 지휘자 지휘에 따라 거치위치가 확정되면 신속히 ANCHORING 작업을 완료한다.
- 본선은 지휘자 신호에 따라 정거치 위치에 접근하여 ARC CELL 적재대선을 ANCHORING 실시한다.
- 본선이 CELL 위치를 아래 그림과 같이 거치준비가 완료되면 ARC CELL을 크레인으로 동시에 작업실시하여 지휘자 신호에 따라 기설치된 CELL과 JOINT가 5cm 상태로 서서히 저면에 거치 시킨다.
- 이때 총지휘자는 본선, ARC 대선, 측량담당자, 수중 잠수 신호수등 모든 신호수 신호를 확인 정 거치 완료한다. (지휘자 또는 신호자 1명으로 제한)
- 측량원은 거치가 완료되면 LEVEL, 법선, JOINT

간격 확인이 CHECK되면 지휘자에게 통보한다.

- 지휘자는 측량 CHECK SHEET 결과가 허용범위 이내인지 확인한다.
- 지휘자는 정 거치 확인이 완료되면 본선 신호수에게 조금구 해체를 위하여 CELL 상부에 내린다.

속채움

가. 재료
나. FLOW



다. 투입장비

대선:1,000P 2척+백호 1.

0m² 2대

예 인 선:450HP 2척

라. 작업방법

1)거치가 완료되면 본선 및 기타 장비가 철수되면 지휘자 신호에 따라 정위치에 접인하여 ANCHORING을 설치한다.

2)속채움 작업을 최단시간내에 실시하여야 하므로 지휘자는 작업지시를 명확히 조치한다.

3)속채움전 격벽에 SLAG 투입을 막을 수 있도록 COVER가 설치되어 있는가를 확인한다.

4)강판셀 속채움공은 셀의 거치가 완료된 즉시 시행하여야 한다.

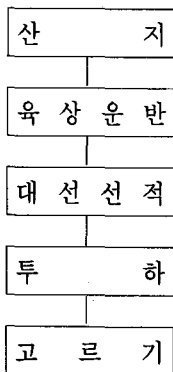
5)속채움의 시공방법 및 순서, 사용장비의 규격등에 대하여는 사전에 감독원과 협의하여 결정한다. SLAG의 해상 운반과 채움시공은 해상시공을 해야 하므로 사용되는 장비는 대선 및 백호를 조합하여야 하며 대선이 거치된 셀과 접촉되어 셀이 이동되거나 손상되지 않도록 세심한 주의를 하여야 한다.

6)속채움에 대한 시공은 사방에 고르게 투입하여 고저차가 생기지 않도록 하여야 한다.

7)CELL의 속채움 시공이 끝나면 윗면을 평탄하게 정리하여야 한다.

피복석 고르기

가. FLOW



나 투입장비

- (1팀) [대선(800P) : 1척
 예인선(350HP) : 1척
 해상크레인(250TON) : 1대]

다. 투입인원

선원: 3명

잠수부: 1조(잠수1명, 조공1명)

라. 물량 처리 계획

1)피복석 투하 및 고르기

구분	거리	물량	추진공정	비고
북방파제	C-724 폭:724	9,142m ²	'94.8.1 ○————○	12.E
직선구간	1,064 폭:11M	13,435m ²	'95.1.E ○————○	9.E
연약지반	600M 폭:50,572	22,939m ²	'94.10.E ○————○	'96.7.E
계	2,388M	45,516m ²		

2)투하 및 고르기

구분	소요일수	투하		비고
		일	월	
북방파제	80/153	114m ³	1,824m ³	·연약하지만 피복석
직선구간	152/273	88m ³	1,414m ³	투하는 구간별 작업
연약지반	172/304	133.3m ³	2,293.9m ³	조치 예정
계	404			

바. 작업방법

1)사석고르기 비탈면은 고르기가 확실하게 되어 있는지 잠수부가 속고르기를 실시한다.

2)피복석투하와 고르기에

투입되는 잠수부는 시공경험이 풍부한 선정하여야 한다.

3)내부 사석은 안쪽에 규격이 작은 사석, 외부로 갈수록 규격이 큰 사석을 사용해야 하고 피복석 바로 밑 60cm정도 두께는 내부사석중 큰것(0.03 m³/EA)을 사용하여 체체내의 작은 사석이 빠져나가지 않도록 고르기를 하여야 하며 설계도서에 표시된 경사면에서

는 0.5m³/EA급 피복석으로 치밀하게 피복해야 한다.

4)피복방법은 피복석간의 맞물림은 3면 이상이고 흔들림이 없어야 한다.

5) 내부사석 유출방지를 위해 공제를 최소화 한다.

6) 경사법면의 최하단에는 대석(근석)을 사용하고 정확한 경사면을 유지한다.

7) 넓고 얇은 석재는 세우거나 제거한다.

8) 석재와 석재가 맞물리지 않아 흔들거리는 것은 밀어붙이고 공간을 채운다.

9) 표주박형의 석재는 얇은 곳을 깨거나 아래위를 맞물려서 시공한다.

10) 검사기준 (시방기준)

- 전면 독마루 고르기: (+)10cm, (-)20cm
- 상부 독마루 및 비탈면 고르기: (-)30cm
- 독마루 폭: (-)20cm
- 길이: (-)20cm

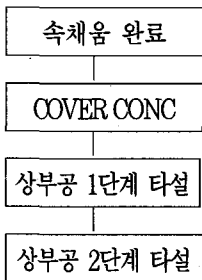
상치 콘크리트 타설

가. CONC. 타설

1) FLOW

2) 타설방법

- 속채움 SLAG가 기상악화로 유실될 것을 대비하



여 COVER CONC. 타설 시기 결정한다.

- 속채움 SLAG 정리하고 비닐을 깔아서 CONC. 타설하여 품질을 확보한다.
- 당초 설계는 THK=500M/M로 되어 있으나 상부콘크리트와 JOINT를 견고히 하기 위해서 20cm만큼 상부공 1단에 포함시켜 타설한다.

나. 상부공 1단 CONC. 시공

1) 타설전 검토

- 상치 콘크리트 타설은 현장조건을 감안하여 하부사석등의 침하가 상당히 진행되어 안정된 상태가 되었다고 판단후 타설한다.
- 상치 콘크리트의 신축이음은 설계도서에 중시된 형상 및 치수로서 11M 간격(표준)으로 타설한다.
- 해상조건을 고려하여 세밀히 검토하고나서 작업을 실시한다.

2) 작업순서

- COVER CONC.와 BACK FILL SLAG 작업후 1단 CONC. 타설
- 신축 이음 JOINT 설치
- 전면 FORM 설치
- 뒷면 FORM 설치
- 동바리 설치 및 버팀목

설치

- CONC. 타설
- 형틀 해체
- 양생

결론

거치식 단면벽 강판 CELL (이중벽 강판 CELL) 공법은 일본에서 아직 시공하지 않았으며, 세계최초로 시공하는 공법으로 공사비, 공기, 장비 소규모 등을 검토한 결과 모든 면에서 우수하며 특히 강판을 생산하는 포항제철에서 원가구입 비교시 더욱 경제적이고 제작공기면에서는 CONC' CAISSON 대비 25% 이상을 절감할 수 있으며, 본공법은 최초의 신공법이라 별도의 많은 교수분들의 자문으로 시공하였다. 본 공법으로 시공 완료시 앞으로 해양·연안개발에 많은 도움이 될 것이다. 