

동해안에서의 너울성 파랑에 의한 피해

Damage by swell in eastern coasts of Korean Peninsula



고진석 >>
(주)헤인이엔씨 부사장



안익장 >>
(주)헤인이엔씨 부설기술연구소 선임연구원



엄현민 >>
(주)헤인이엔씨 부설기술연구소 연구원

1. 서론

최근 동해안에서 빈번히 발생하고 있는 이상 파랑 및 너울에 의한 피해가 많아지고 있어 본 고에서는 최근 발생된 너울성 파랑에 의한 피해 중 2005년 12월

에 발생한 경상북도 동해안 지방의 피해 현황 및 2006년 10월 동해안의 대포항 및 강구항에서 일어난 피해에 대한 조사 사례를 소개하고, 강구항 피해복구 사례를 제시하였다. 태풍뿐만 아니라 너울성 파랑 내습 피해의 원인 및 복구 방안 연구도 점진적으로 필요할 것으로 판단된다.

2. 피해 현황 조사

2.1 너울성 파랑 내습(2005년 12월)

그림 1은 동해안에 너울성 파랑이 내습할 때 기상청에서 제시한 동북아시아 상공의 기상도이다. 12월 5일 09시 및 21시 기상도를 보면 강한 저기압이 일본에 위치하여 동해상에 동풍이 발생하였으며 이로 인해 너울성 파랑이 내습한 것으로 사료된다. 한국해양연구원의 실시간 해양·해양기상관측자료에서 제공된 동해안의 속초와 왕돌초 지점에서의 파고 변화도를 그림 2에 제시하였다. 12월 6일 오전 중 속초에는 6m에 이르는 파고가 내습하였고 왕돌초 지점에는 5m 정도의 파고가 내습한 것을 알 수 있었다.

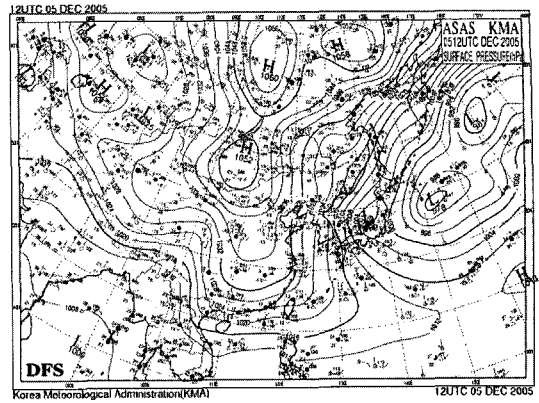
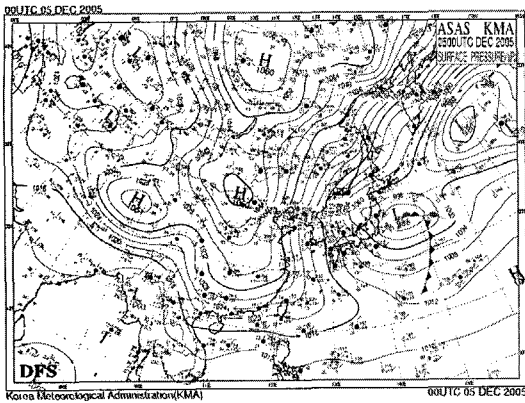


그림 1. 일기도(2005년 12월 5일 09시(좌), 21시(우))

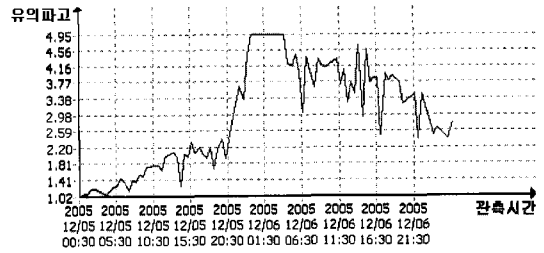
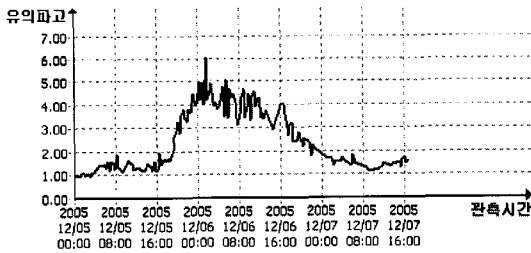


그림 2. 파고 변화도(속초(좌), 왕돌초(우))

5일 밤과 6일 오전 사이 경상북도 영덕과 포항, 울진 등 경북 동해안에 6m 규모의 높은 너울성 파도가 내습하였으며, 이로 인해 6개 소규모 어항에서 어선 11척이 침몰되고 5척의 어선이 파손되거나 좌초되는 등의 피해가 발생하였다. 영덕군 강구항인 경우 정박 중이던 신흥호(1.62t) 등 소형어선 9척은 6일 오전 1

시55분쯤 높은 파도로 항내에서 침몰했으며, 7범양호 등 3척은 바닷가로 떠밀려 해수욕장 모래사장에 좌초됐다. 또 영덕군 강구면 동광어시장 주차장에서도 높은 파도가 방파제 삼각대를 넘어와 차량 3대가 물에 잠기는 피해가 발생하였다. 울진에서는 6일 오전 읍남3리 공세항에 정박 중이던 해수호(0.75t) 등



해안도로 유실



어선 좌초(영덕 오포해수욕장)

사진 1. 2005년 12월 내습한 너울성 파랑에 의한 피해 사진

선박 2척이 4~5m의 높은 파도에 침몰했으며, 북면 나곡항에 정박 중이던 지영호 등 2척은 파손됐다. 이와 함께 포항시 북구 북부해수욕장 내 두호동사무소 인근 해안도로 호안블록 120m 정도도 높은 파도에 파손되는 등 설계파에 근접한 장주기 파에 의해 피해가 많아진 것으로 판단된다.

경상북도 영덕구 강구면에 위치한 강구항의 경우 보강(1차)공사 시행중 2005년 12월 5일 24:00경부터 너울성 파도가 내습하여 기존 북방파제 및 신규 제작장 일부 구간에 피해가 발생되었다. 보강공사는

북방파제와 남방파제 및 오락방지막, 등부표 설치 등의 기타 부대시설에 대한 공사로서 2005년 5월 23일에 착공하여 공정률 83.57%의 공사가 진행되고 있었다. 내습한 너울성 파랑에 의하여 북방파제는 기존 항외측의 전면기부 22m 구간의 T.T.P가 이완되고 유실되었으며 항내측의 제체 피복석 및 사석인 경우 너울성 파랑의 월파에 의해 유실되었다. 또한 남방파제 두부구간에 임시로 거치된 T.T.P가 일부 유실되었으며 제작장 전면의 등표 및 오락방지막이 유실되는 피해가 발생하였다.

표 1. 강구항 피해 규모

| 구분 | 피해현황 | 피해범위 | 피해원인 분석 |
|------|-------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 북방파제 | 기부 | · 기존 항외측 일부구간 T.T.P유실 R4전면기부 22m구간 | · 이상 고파랑 내습으로 외해측 T.T.P 이완·유실 |
| | R4구간 | · 항내측 제체 피복석 및 사석유실 (수중부 제체 사석피해 미확인) R4내측 150m구간 | · 보강전 월파 수피로 항내측 제체사석 이탈·붕괴 |
| 남방파제 | · 공사중 남방파제 일부구간 유실 | 기부측 일부구간 | · 외곽시설 미확보로 공사중 피해발생 |
| 제작장 | · 공사중 제작장 전면 · 등표·오락방지막 유실 | 전면부 일부구간 | · 외곽시설 미확보로 공사중 피해발생 |

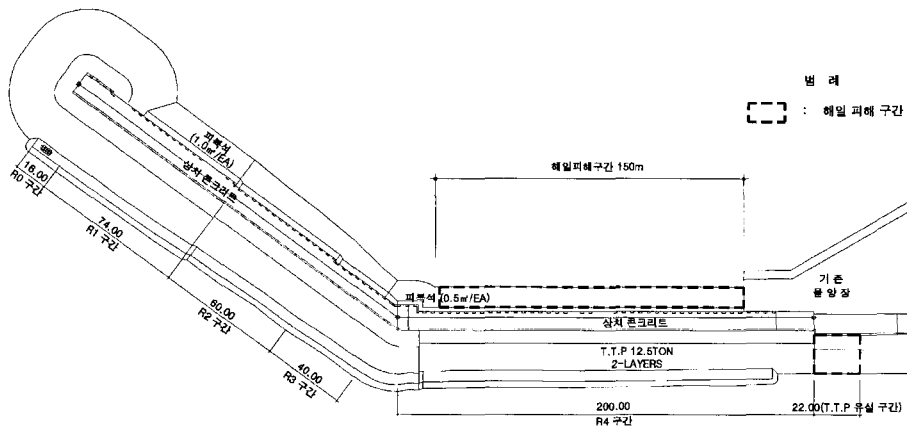
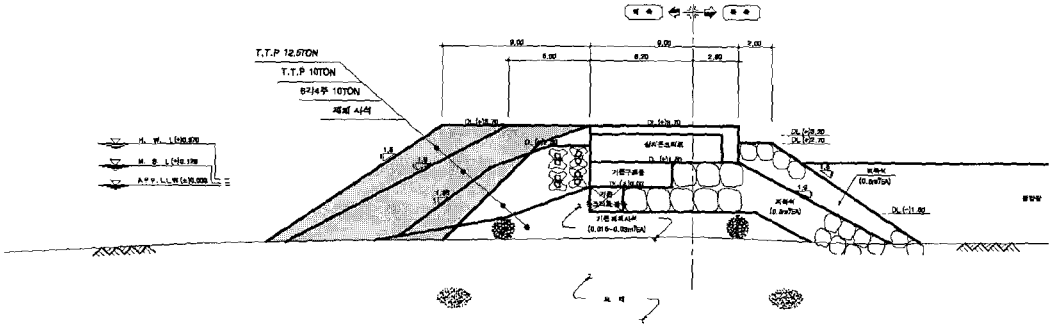


그림 3. 강구항 북방파제 피해 구간

북방파제 항외측 T.T.P 유실구간



북방파제 항내측 제체 피복석 및 사석 유실구간

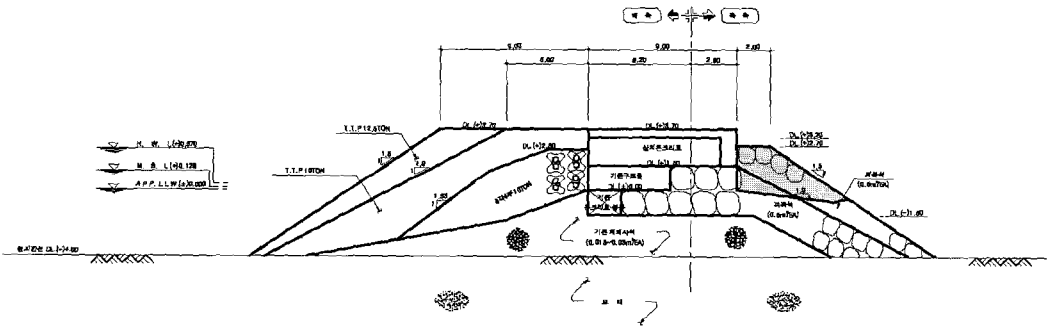
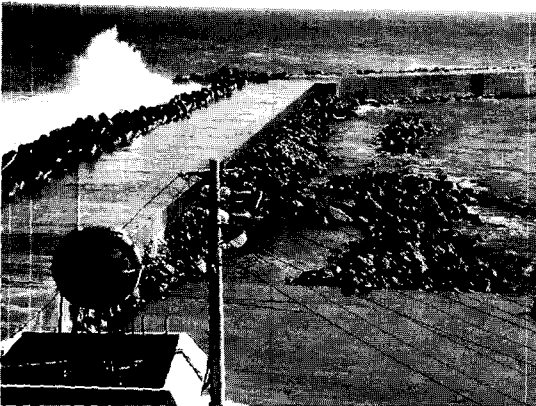


그림 4. 강구항 피해 시설물 단면

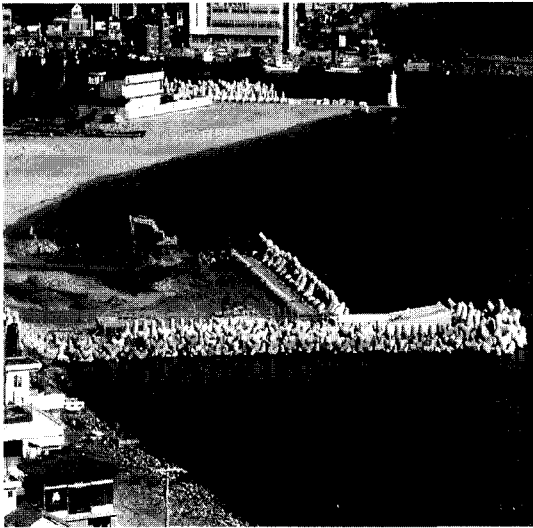


북방파제 피해



제작장 구간 피해

사진 2. 강구항 너울성 파랑 내습



남방파제 및 제작장 피해전 작업



남방파제 및 제작장 피해

사진 3. 강구항 남방파제 및 제작장 피해전·후

2.2 이상 파랑 내습(2006년 10월)

2006년 10월에 발생된 동해안 이상 파랑 발생은 초강풍에 기인한 것으로, 속초의 경우 63.7m/s의 풍속이 관측되어 일최대순간 풍속 극값 1위(관측이후 전국 최대값)를 기록하였다. 기상청에서 제공하는 해양 기상관측자료들 중 동해시 동쪽 70km 해상에 위치한 해양기상관측 부이(Buoy)에서 관측된 최대 및 유의파고 변화도를 그림 5에 나타내었다. 부이에서 관측된 최대 파고는 24일 03시경에 9.2m를 나타냈고 유의 파고는 23일 17시와 24일 0시에 4.1m로 재현기간 50년 빈도 설계파에 근접한 파고로 관측되었다.

2006년 10월 23일 새벽 동해안 속초에 위치한 대포항에 돌풍을 동반한 강풍 및 파랑 내습에 의하여

현장에 순간 최대 파고 8.5m를 갖는 파랑이 내습하였으며 24일까지 계속해서 월파가 나타났다. 대포항 개발공사 중에 파랑이 내습하였으며 동방파호안의 완성구간에는 피해가 없었으나 시공중인 구간에는 피해가 발생하였다. 상치콘크리트 10m 구간에 세굴에 의한 전도가 발생하였으며 뒷채움 사석(50m 구간) 및

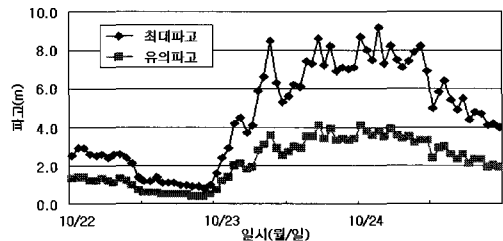
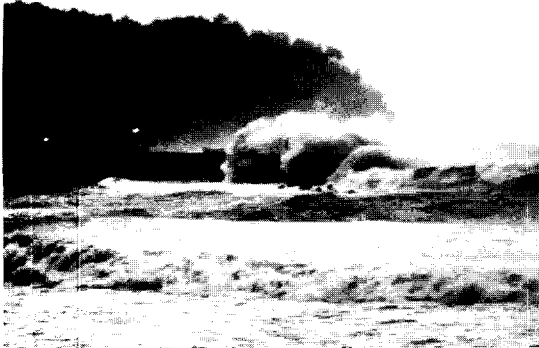


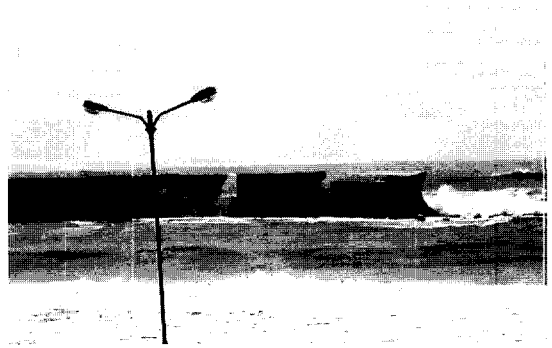
그림 5. 파고 변화도(기상청 동해 관측부이)

표 2. 대포항 피해 개요

| 구분 | 기시공구간 | 피해구간 | 피해내용 |
|---------|--------------|------------------|------------------------------------|
| 상치콘크리트 | NO.0 ~ 15.0 | NO.14+10 ~ 15.00 | · 세굴에 의한 상치콘크리트 전도발생 (L=10m) |
| 블럭거치 | NO.0 ~ 17+01 | NO.14+11 ~ 17+01 | · 지지공중이 없는 상태에서 거치단면의 변위발생 (L=50m) |
| T.T.P거치 | NO.0 ~ 17+00 | NO.14+10 ~ 16+10 | · 시공 중인 미완성 거치단면의 변위발생 (L=40m) |
| 피복석 | NO.0 ~ 17.00 | - | · 수중부 점검 불가 |
| 뒷채움사석 | NO.0 ~ 17.00 | NO.14+10 ~ 17.0 | · 사석 일부 유실 (L=50m) |
| 가도축조 | NO.0 ~ 17.0 | NO.14+10 ~ 17+10 | · 사석 일부 유실 (L=60m) |



이상파랑 내습

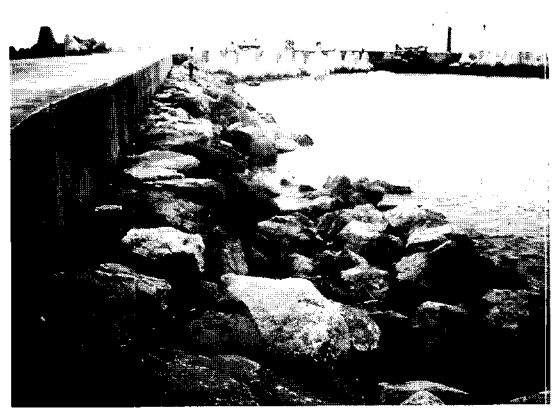


동방파호안 상치콘크리트 전도

사진 4. 대포항 피해 사진



제체 사석 유실



피복석 유실

사진 5. 강구항 북방파제 제체 사석 및 피복석 유실 피해

가도축조(60m 구간) 부분의 사석이 일부 유실되었다. 블록이 거치된 50m 구간과 T.T.P가 거치된 40m 구간에는 변위가 나타났다. 그리고 경북 영덕군에 위치한 강구항에도 이상파랑의 내습으로 인한 월파로 북방파제 항내측의 제체 사석 및 피복석의 유실이 발생하기도 하였다.

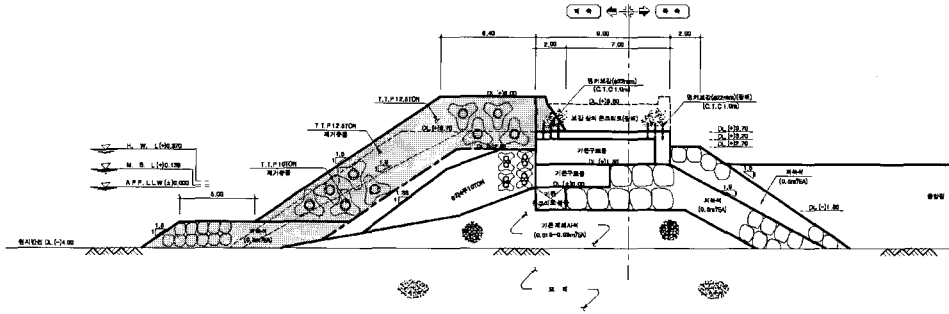
3. 피해복구 사례 검토(강구항)

피해복구 사례로서 너울성 파랑 내습에 피해를 본 강구항의 경우를 살펴보았다. 강구항의 경우 실시설계 및 공사추진계획과 연계하여 초과확률적 고파랑

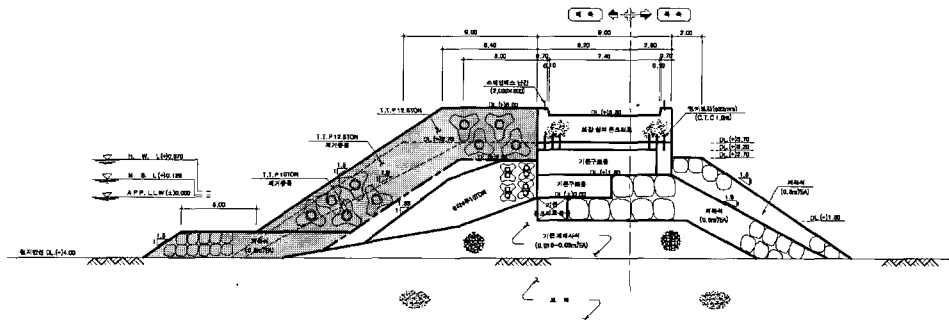
내습 및 다가올 태풍으로 인한 피해확산 최소화와 재발방지를 위한 피해복구 대책을 강구하였다. 공사중 피해확산의 최소화 및 피해재발 방지, 현재 기존시설에 대한 어업민 이용성 등을 감안하여 복구·보강 대책의 시급성, 긴급성에 주안점을 둔 합리적이고 종합적인 복구방안을 계획하고 수립하였다.

북방파제 기부측 95m 구간의 기존보강방안은 이구간의 설계파가 약 3.5m내외로서 금회 너울성 파랑의 내습으로 외해측 일부구간 피복재 등이 이완·이탈하여 항외측으로 굴러떨어짐으로써 추가 보강대책이 필요한 구역이다. 피해복구계획은 「강구항 실시설계용역('04.5)」에서 수립한 북방파제 기존 R4구간의 외향측 보강단면에 준하여 추가보강이 필요하며,

북방파제 보강 표준단면도(기부)



북방파제 보강 표준단면도(R4구간)



제작장 표준단면도(T.T.P 가거치)

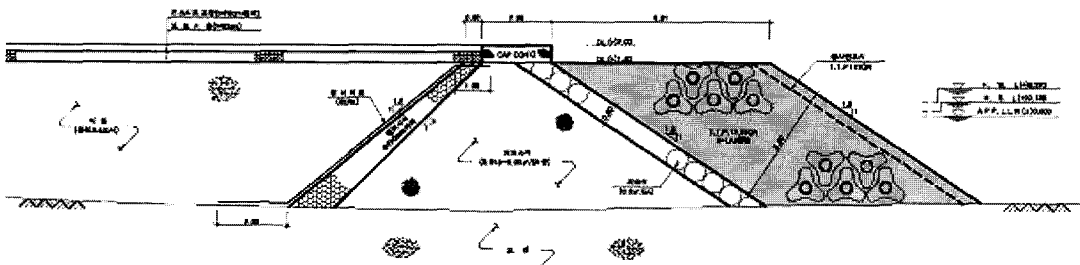


그림 6. 피해 시설물의 현황 및 복구 방안

고파랑 내습시 월파로 인한 항내측 시설 보호를 위해서 상치콘크리트의 증고가 필요할 것으로 사료된다. 기존 북방파제 도로기능유지 등 지역 어업민 이용 편의를 위해 단기적으로는 시급성을 감안한 상치보강계획을 수립하고, 향후 주민의견 수렴 및 협의를 통해 기 수립된 인접 R4구간 상치보강계획과 연계될 수 있도록 장기적인 보강대책이 요구된다.

북방파제 R4구간은 2004년 5월 「강구항 실시설계용역」에서 설계파 상향조정예에 따른 기존시설에 대한 보강계획이 기 수립된 구간으로서 설계당시 본 R4구간은 월파역제구간으로 설정하여 마루높이를 DL.(+6.0m)로 계획되었다. 그러나, 본 구간의 보강공사를 위해 T.T.P 제작장을 조성하는 중 너울성 파랑이 엄습하여 월파가 발생 항내측 기존 제체부 피복재에 피해를 입힘으로써 기 수립된 보강계획에 의거 피해확산 및 재발방지를 위해서는 조속한 예산확보로 보강공사의 추진이 필요할 것으로 사료된다. 한편, 제내측 피복재 피해 복구시기는 R4구간 보강공사시기를 종합적으로 고려하여 일괄 복구·보강하는 검토방안이 요구된다.

남방파제 및 제작장은 북방파제 보강 및 남방파제 신설 등 외곽시설이 미 확보된 상태에서 공사중 피해가 발생한 구역이다. 피해확산 및 재발방지를 위해서는 제작장의 조속한 확보가 이루어져야 하며, 이를 위해서는 제작장 전면 T.T.P 12.5ton의 가거치와 기부측 및 R4구간의 조속한 공중 추진이 요구된다. 따

라서, 본 공사구간의 피해확산 및 재발방지를 위해서는 조속한 예산확보를 통하여 공사용 제작장 조기 확보와 더불어 후속공종인 외곽시설의 신속한 공정추진이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

4. 결론 및 제언

2005년 12월과 2006년 10월에 동해안에서 너울 및 이상파랑에 의해 발생한 피해들을 조사하고 그에 따른 복구 방안을 제시하였다. 2005년 12월에 5~6m의 높은 파고를 갖는 파랑이 속초와 왕돌초에 내습한 것을 해양관측 자료를 통해 알 수 있었으며, 경북 동해안에 위치한 강구항의 북방파제, 남방파제 및 제작장 일부구간이 유실되는 등 해안 시설물의 피해가 발생하였다. 그리고 2006년 10월에 동해상의 관측부이에서 최대파고 9.2m 및 유의파고 4.1m가 관측되었으며 속초의 대포항과 강구항에서도 이상파랑의 내습으로 피해가 발생하였다. 이 기간에 동북아시아 상공의 기상상태는 일본에 강한 저기압이 위치하고 이로 인하여 동해상에 동풍이 발생할 때였다. 태풍이 발생하지 않은 때에 내습하는 너울을 포함한 이상 파랑에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 피해 발생시 신속하고 견고한 복구가 될 수 있도록 피해현황 조사와 복구방안에 대한 지침서가 하루속히 마련되어야 할 것으로 판단된다.