

16. 대운천교(울산)

16.1 시설물 개요

16.2 자료수집 및 분석

16.3 현장조사

16.4 콘크리트 내구성조사

16.5 상태평가

16.6 종합평가 및 안전등급 지정

16.7 보수·보강 및 유지관리 방안

16.8 종합결론

16. 대운천교(울산)

16.1 시설물의 개요

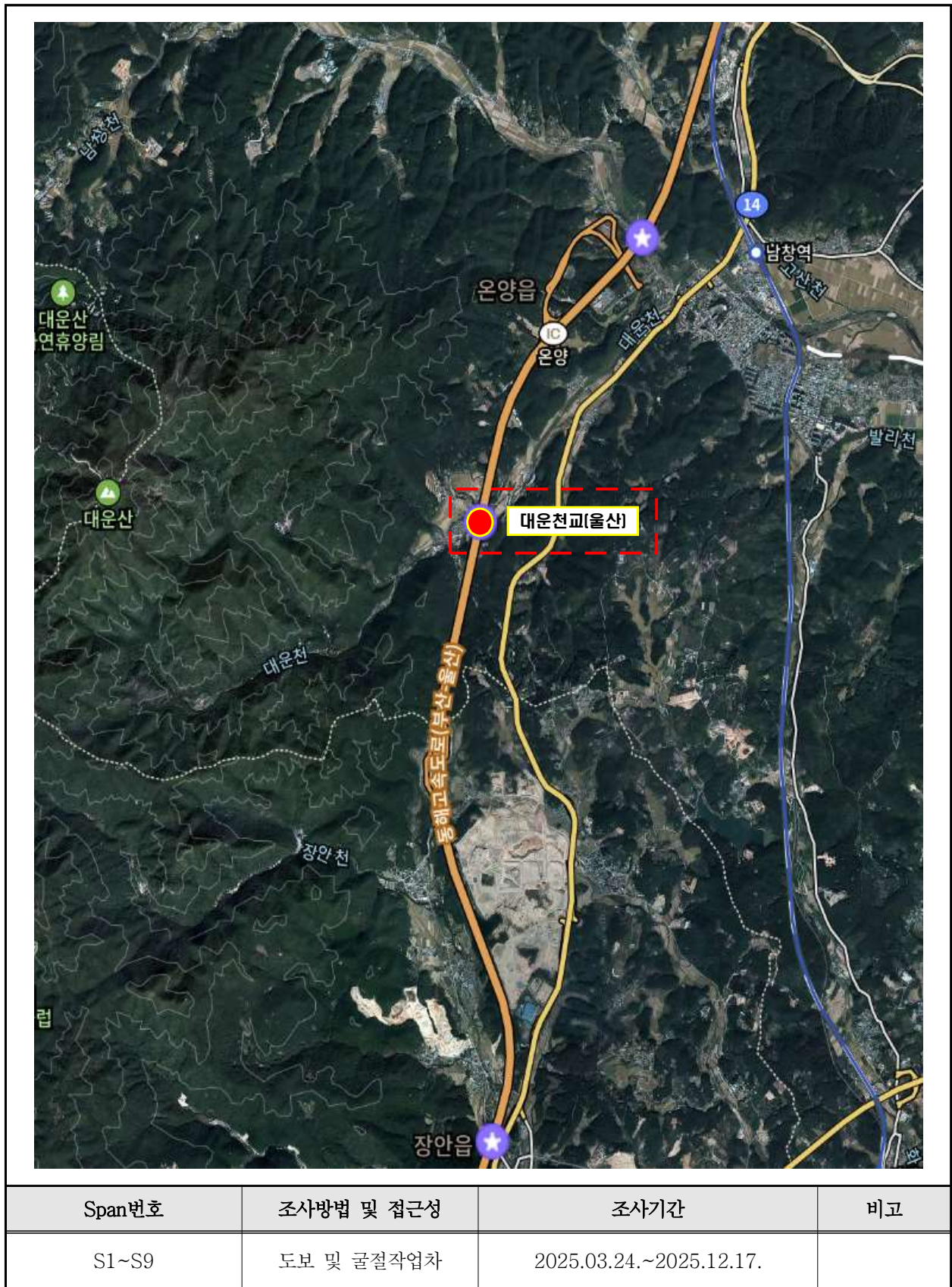
본 시설물은 울산광역시 울주군 온양읍 운화리 산 137-1에 위치한 교량으로 총 연장 315.0m, 폭 15.75m로 시공되어 있다.

16.1.1 일반사항

【표 16.1.1】 대운천교(울산) 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		Sh2008-0000998		관리번호		-	
시설물위치		울산광역시 울주군 온양읍 운화리 산 137-1		준공년월일		2008년 12월 31일	
관리의정		부산울산선(27.67km)		공사이정		-	
설계하중		DB-24/DL-24		노 선 명		부산울산고속도로	
제원	연장	L = 315.0m, 3@(3@35.0m)					
	폭	B = 15.75m (3차로)					
구조 형식	상부	PSC Beam		기초 형식	교 대	강관파일 기초	
	하부	교대 : 역T형, 교각 : π 형			교 각	직접기초	
교량받침		탄성받침		신축이음		레일(A2), 강평거(A1, P3, P6)	
교차시설물		대운천, 대운상대길		통과높이		28.0m	
부착시설내용		방음벽, 점검통로 등					
시 공 자		대림산업주식회사		관리주체		부산울산고속도로(주)	

16.1.2 위치도 및 전경사진

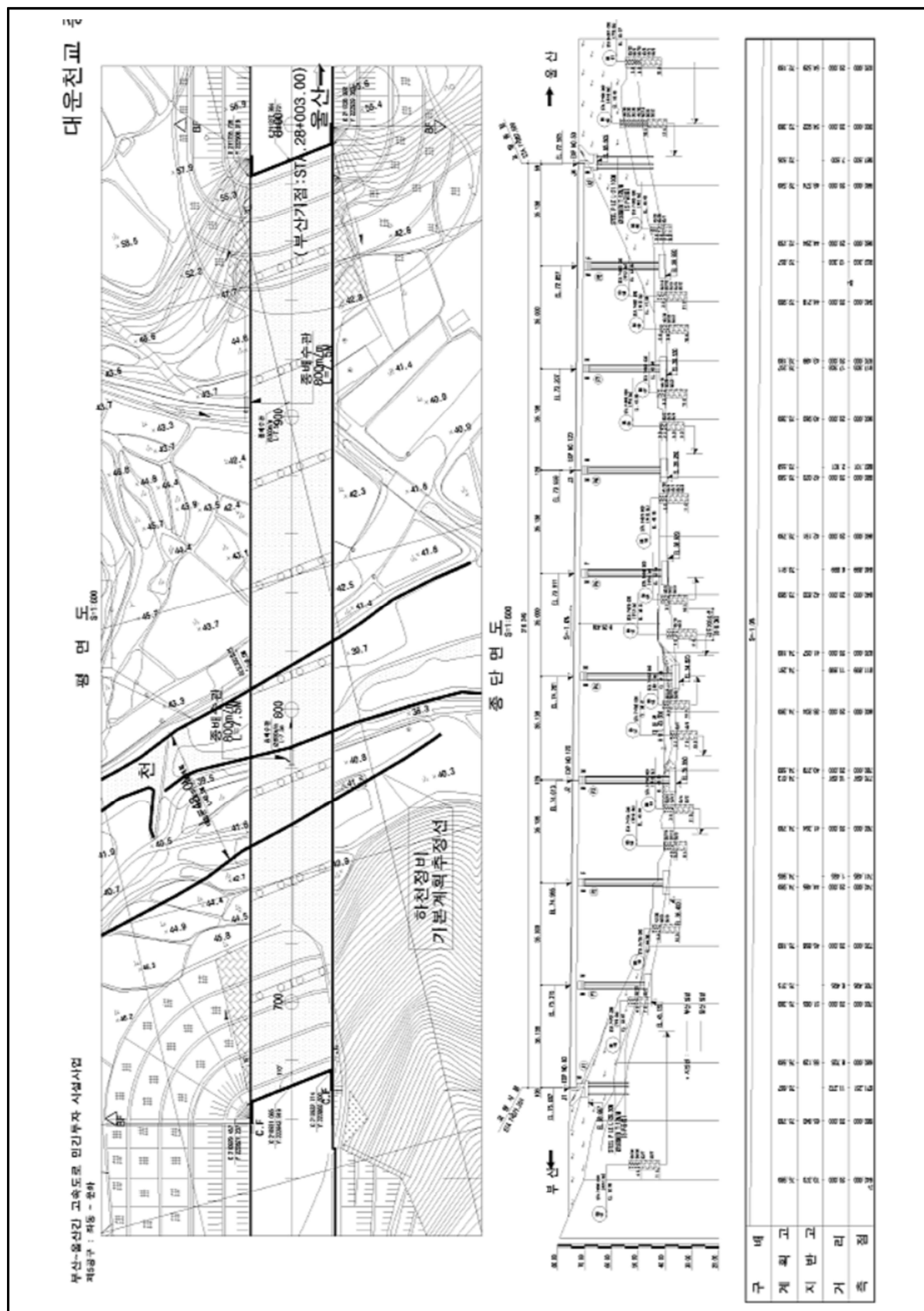


【그림 16.1.1】 위치도

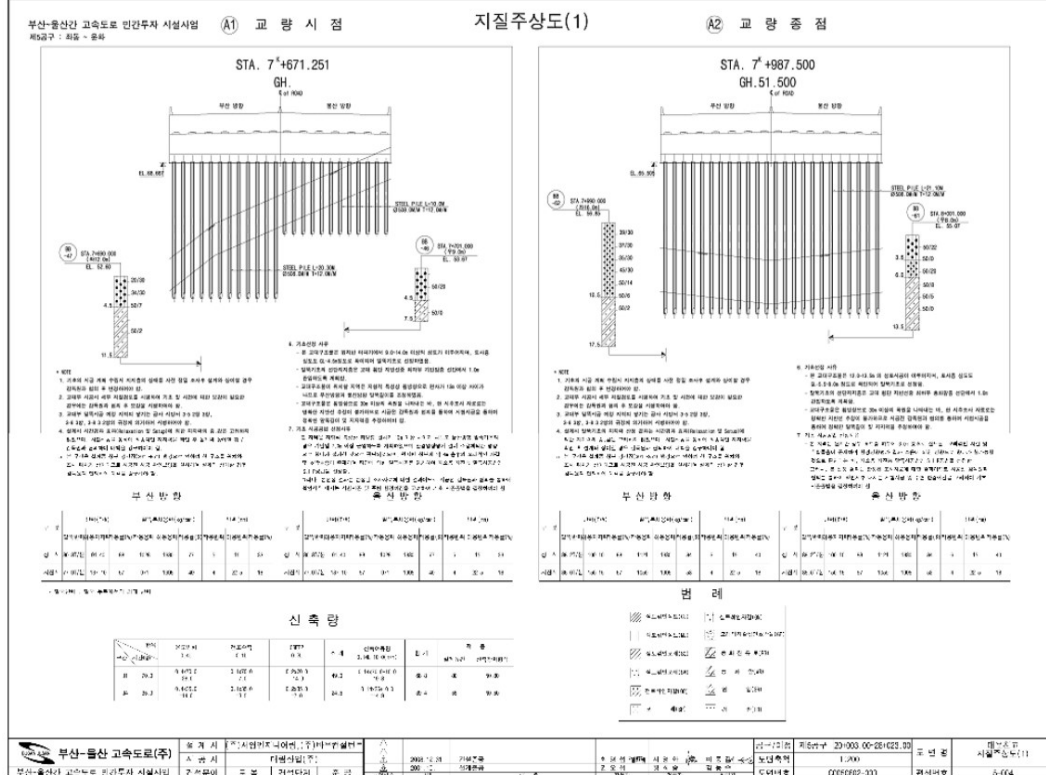
	
교면포장 전경	신축이음 전경
	
거더 전경	바닥판하면 전경
	
교대 전경	교각 전경

【사진 16.1.1】 부재별 현황

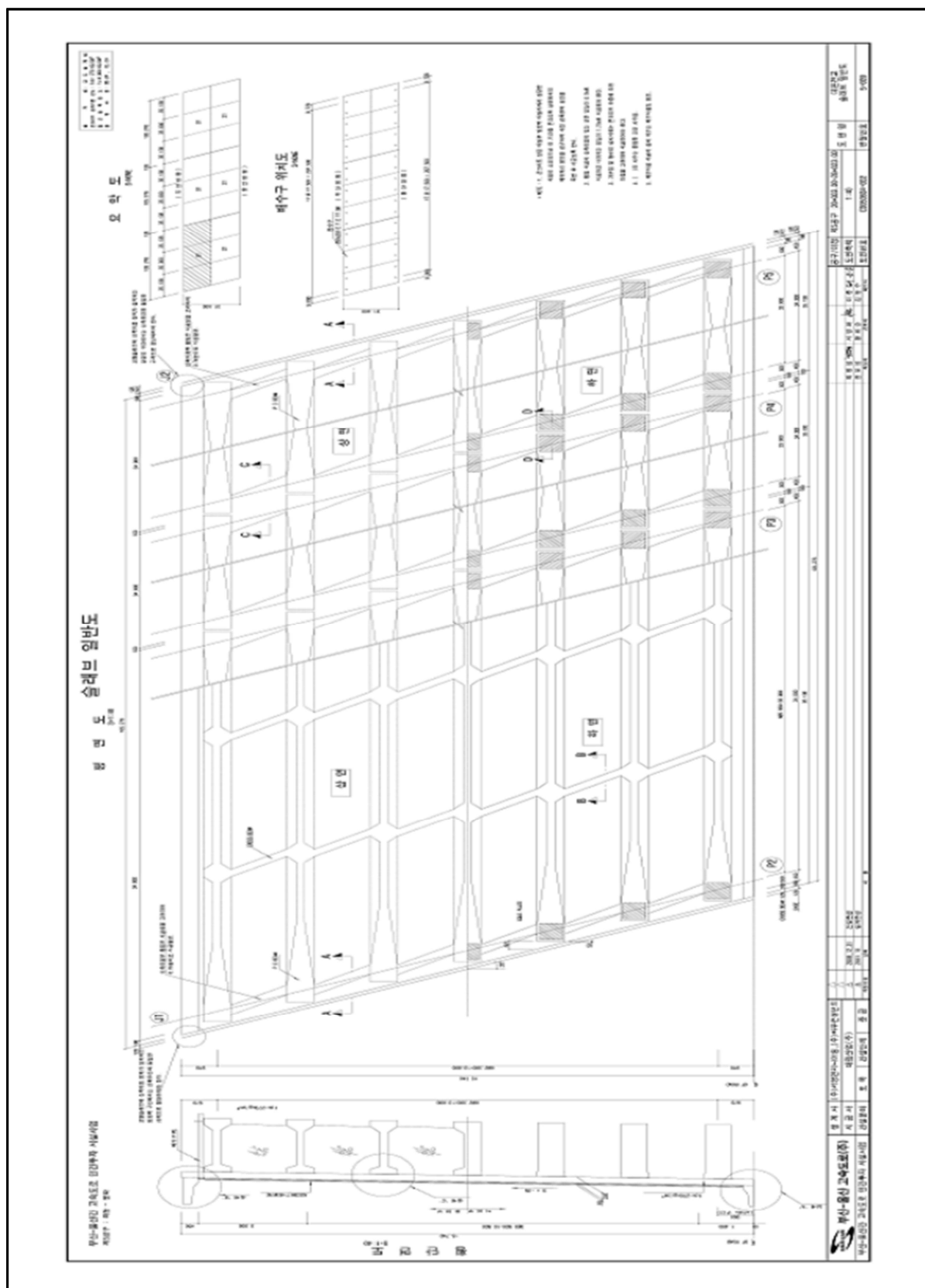
16.1.3 시설물 일반도



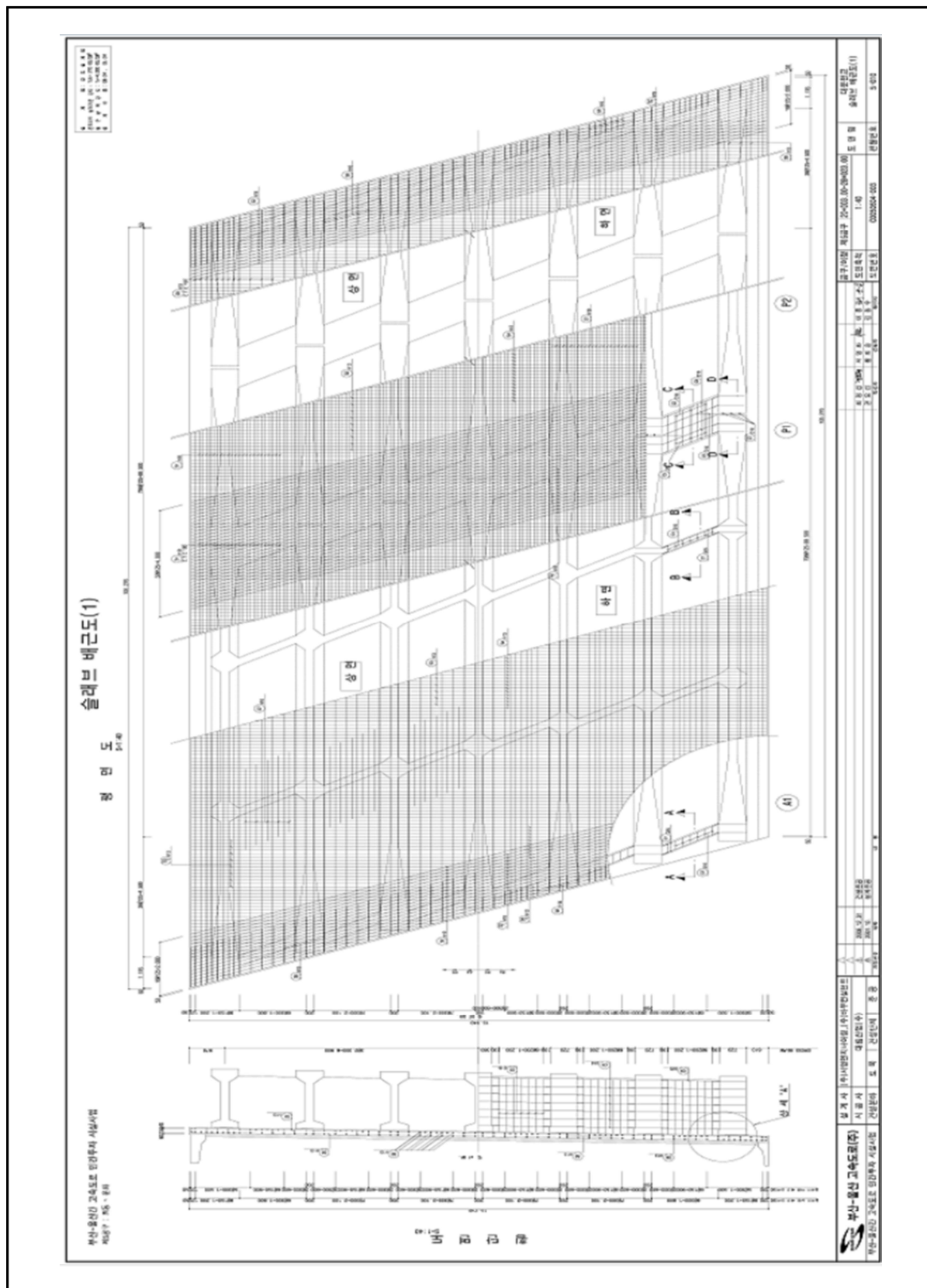
【그림 16.1.2】 평면 및 종평면도

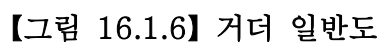


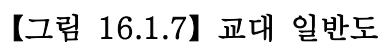
【그림 16.1.3】 횡단면도, 지질주상도

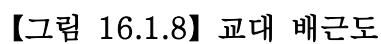


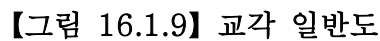
【그림 16.1.4】 슬래브 일반도

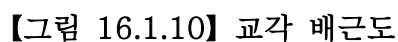


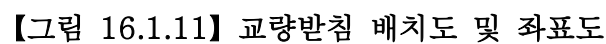












16.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업”의 설계 및 준공도서, 각종계산서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

16.2.1 자료수집 현황

【표 16.2.1】 자료수집 목록

보존대상 목록		보유현황	관리주체 보유현황
설계도서	◦공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	◎	◦부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업 - 일반보고서(2008.12) - 토질조사보고서(2008.12) - 준공내역서(2008.12) - 준공도면(2008.12) ◦부산울산고속도로~동부산관광단지 연결도로 건설공사 구조 및 수리계산서(2008.12)
	◦설계도면 - 위치도, 평면도, 표준단면도, 일반도, 구조도 등		
시설물 관리대상	◦기본현황 및 상세제원 ◦점검 및 진단 이력 ◦보수·보강 및 유지관리 이력	◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS)
시공관련 자료	◦시공관련 자료 ◦품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측자료 ◦사고기록	◎	◦부산-울산간 고속도로 민간투자 시설사업 시공기록보고서(2008.12) - 감리보고서(2008.12) - 품질시험계획서(2008.12) - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록
안전점검 및 정밀안전진단 자료		◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) (2009년 ~ 2024년 정기안전점검, 정밀안전점검 등) ◦2021년 정밀안전점검 ◦2023년 정밀안전점검
보수·보강 관련자료		◎	◦시설물정보관리 종합시스템(FMS) 보수·보강 ◦전차보고서

16.2.2 설계자료 검토

가. 구조계산서 및 내진설계

구 분	내 용										
설계기준	■ 도로교 표준시방서(1996, 건설교통부) ■ 콘크리트 표준 시방서(1996, 건설교통부) ■ 도로 설계 요령(1996, 한국도로공사)										
설계방법	■ P.S.C BEAM 바닥판 : 강도 설계법(USD) ■ P.S.C BEAM GIRDER : 허용응력 설계법(WSD) ■ 하부구조 : 강도 설계법(USD) ■ 적용 설계법 - 강도 설계법(USD) : 설계하중이 작용하여 부재가 파괴될때에 콘크리트 압축응력 분포를 알아내어 이에 맞도록 하중계수 (LOAD FACTOR)를 갖고 설계하는 방법 - 허용응력 설계법(WSD) : 철근콘크리트를 탄성체로 보고 재료에 적합한 안전율을 고려한 허용응력을 사용하여 설계하는 방법										
하중조건	■ 강도 설계법 - 극한 하중을 적용 ■ 허용응력 설계법 - 사용 하중을 적용 - 사하중, 크리프, 활하중, 지지점의 부등침하, 온도변화, 풍하중, 건조수축, 지진하중 등										
사용재료	<table><tr><th rowspan="2">하중조건</th><th colspan="2">사용재료</th></tr><tr><th>상부구조</th><th>하부구조</th></tr><tr><td rowspan="2"> ■ 사하중 - 철근콘크리트 : 2.50 t/m² - A S C O N : 2.30 t/m² ■ 활하중 - DB-24, DL-24 </td><td> ■ 콘크리트 - fck : 270kg/cm² (바닥판) - fck : 400kg/cm² (주형) ■ 철 근 - fy : 4,000kg/cm² </td><td> ■ 콘크리트 - fck : 240kg/cm² ■ 철 근 - fy : 3,000kg/cm² </td></tr><tr><td colspan="2"> ■ 콘크리트 탄성계수 : 244,738 kgf/cm² ■ 철 근 탄성계수 : 2,040,000 kgf/cm² </td></tr></table>	하중조건	사용재료		상부구조	하부구조	■ 사하중 - 철근콘크리트 : 2.50 t/m² - A S C O N : 2.30 t/m² ■ 활하중 - DB-24, DL-24	■ 콘크리트 - fck : 270kg/cm² (바닥판) - fck : 400kg/cm² (주형) ■ 철 근 - fy : 4,000kg/cm²	■ 콘크리트 - fck : 240kg/cm² ■ 철 근 - fy : 3,000kg/cm²	■ 콘크리트 탄성계수 : 244,738 kgf/cm² ■ 철 근 탄성계수 : 2,040,000 kgf/cm²	
하중조건	사용재료										
	상부구조	하부구조									
■ 사하중 - 철근콘크리트 : 2.50 t/m² - A S C O N : 2.30 t/m² ■ 활하중 - DB-24, DL-24	■ 콘크리트 - fck : 270kg/cm² (바닥판) - fck : 400kg/cm² (주형) ■ 철 근 - fy : 4,000kg/cm²	■ 콘크리트 - fck : 240kg/cm² ■ 철 근 - fy : 3,000kg/cm²									
	■ 콘크리트 탄성계수 : 244,738 kgf/cm² ■ 철 근 탄성계수 : 2,040,000 kgf/cm²										

구 분

내 용

■ 바닥판

구 분	단면값 M _s (t-m)	부 세 지 수		소요철근량 (cm ²)	사용철근량 (cm ²)	공칭모멘트 φ M _s (t-m)
		h (cm)	d (cm)			
캔틸레버부	2.093	25.0	19.0	4.39	10.14	6.246
중 앙 부	5.036	25.0	21.0	7.34	10.14	6.935
연속지점부 (3@35.0)	184.583	220.0	188.50	38.93	57.30	357.507

■ 사용성 검토

구 분	응력검토 (kg/cm ²)	균열검토 (mm)
캔틸레버부	$\sigma_s = 961 \text{ kg/cm}^2$ < $\sigma_{sa} = 2400 \text{ kg/cm}^2$	$\omega = 0.143 \text{ mm}$ < $\omega_a = 0.267 \text{ mm}$
중 앙 부	$\sigma_s = 1246 \text{ kg/cm}^2$ < $\sigma_{sa} = 2400 \text{ kg/cm}^2$	$\omega = 0.124 \text{ mm}$ < $\omega_a = 0.167 \text{ mm}$

■ PSC Beam 처짐

(단위 : cm)

Load	Interior	Exterior	Remarks
Prestress	-5.438	-5.439	
Beam Load	3.057	3.057	
Slab & Cross Beam	2.265	2.033	
Asphalt	0.849	0.866	
Live Load	2.047	2.323	
Total	2.780	2.841	

부호 : +하향

■ PSC Beam 응력

- 내측보

(Xm : 지지점(Shoe)에서 떨어진 거리) (단위 : kg/cm²)

Distance (X:m)		Just After Prestress			At Service Load		
		Prestress	Beam	Total	Prestress	Load	Total
2.199	T	45.74	20.09	65.83	40.09	40.13	80.23
	B	108.75	-18.74	90.01	95.32	-44.75	50.57
4.238	T	17.39	35.23	52.62	15.24	75.95	88.19
	B	135.88	-33.13	102.75	119.10	-81.39	37.70
6.356	T	-6.91	48.72	41.81	-6.06	101.22	95.16
	B	159.43	-46.10	113.33	139.74	-112.61	27.13
8.475	T	-27.11	59.78	32.67	-23.76	123.891	100.05
	B	179.23	-56.85	122.37	157.09	-137.44	19.65
10.594	T	-43.07	68.68	25.61	-37.75	141.84	104.09
	B	195.00	-65.58	129.42	170.92	-156.98	13.94
12.713	T	-54.64	74.99	20.32	-47.89	154.31	106.42
	B	206.51	-71.81	134.70	181.00	-170.55	10.45
14.831	T	-61.64	78.80	17.16	-54.03	161.75	107.72
	B	213.51	-75.59	137.91	187.14	-178.60	8.54
16.950	T	-63.99	80.27	16.27	-56.09	164.67	108.58
	B	215.86	-77.04	138.82	189.20	-181.51	7.69

상부구조
결과요약

구 분	내 용
-----	-----

상부구조 결과요약	■ PSC Beam 응력 - 외측보 (Xm : 지지점(Shoe)에서 떨어진 거리) (단위 : kg/cm²) <table> <tr> <th rowspan="2">Distance (X:m)</th><th rowspan="2"></th><th colspan="3">Just After Prestress</th><th colspan="3">At Service Load</th></tr> <tr> <th>Prestress</th><th>Beam</th><th>Total</th><th>Prestress</th><th>Load</th><th>Total</th></tr> <tr> <td rowspan="2">2.119</td><td>T</td><td>45.74</td><td>20.09</td><td>65.83</td><td>39.95</td><td>39.76</td><td>79.71</td></tr> <tr> <td>B</td><td>108.75</td><td>-18.74</td><td>90.01</td><td>94.98</td><td>-44.98</td><td>50.00</td></tr> <tr> <td rowspan="2">4.238</td><td>T</td><td>17.39</td><td>35.23</td><td>52.62</td><td>15.18</td><td>72.03</td><td>87.22</td></tr> <tr> <td>B</td><td>135.88</td><td>-33.13</td><td>102.75</td><td>118.67</td><td>-81.63</td><td>37.04</td></tr> <tr> <td rowspan="2">6.356</td><td>T</td><td>-6.91</td><td>48.72</td><td>41.81</td><td>-6.04</td><td>99.82</td><td>93.78</td></tr> <tr> <td>B</td><td>159.43</td><td>-46.10</td><td>113.33</td><td>139.24</td><td>-112.81</td><td>26.43</td></tr> <tr> <td rowspan="2">8.475</td><td>T</td><td>-27.11</td><td>59.78</td><td>32.67</td><td>-23.68</td><td>122.16</td><td>98.48</td></tr> <tr> <td>B</td><td>179.23</td><td>-56.85</td><td>122.37</td><td>156.53</td><td>-137.73</td><td>18.79</td></tr> <tr> <td rowspan="2">10.594</td><td>T</td><td>-43.07</td><td>68.68</td><td>25.61</td><td>-37.62</td><td>139.79</td><td>102.17</td></tr> <tr> <td>B</td><td>195.00</td><td>-65.58</td><td>129.42</td><td>170.31</td><td>-157.15</td><td>13.16</td></tr> <tr> <td rowspan="2">12.713</td><td>T</td><td>-54.64</td><td>74.99</td><td>20.35</td><td>-47.72</td><td>152.13</td><td>104.41</td></tr> <tr> <td>B</td><td>206.51</td><td>-71.81</td><td>134.70</td><td>180.35</td><td>-170.77</td><td>9.85</td></tr> <tr> <td rowspan="2">14.831</td><td>T</td><td>-61.64</td><td>78.80</td><td>17.16</td><td>-53.84</td><td>159.48</td><td>105.64</td></tr> <tr> <td>B</td><td>213.51</td><td>-75.59</td><td>137.91</td><td>186.46</td><td>-178.83</td><td>7.64</td></tr> <tr> <td rowspan="2">16.950</td><td>T</td><td>-63.99</td><td>80.27</td><td>16.27</td><td>-55.89</td><td>162.16</td><td>106.27</td></tr> <tr> <td>B</td><td>215.86</td><td>-77.04</td><td>138.82</td><td>188.52</td><td>-181.53</td><td>6.98</td></tr> </table> * T : P.C Beam의 상면응력, B : P.C Beam의 하면응력								Distance (X:m)		Just After Prestress			At Service Load			Prestress	Beam	Total	Prestress	Load	Total	2.119	T	45.74	20.09	65.83	39.95	39.76	79.71	B	108.75	-18.74	90.01	94.98	-44.98	50.00	4.238	T	17.39	35.23	52.62	15.18	72.03	87.22	B	135.88	-33.13	102.75	118.67	-81.63	37.04	6.356	T	-6.91	48.72	41.81	-6.04	99.82	93.78	B	159.43	-46.10	113.33	139.24	-112.81	26.43	8.475	T	-27.11	59.78	32.67	-23.68	122.16	98.48	B	179.23	-56.85	122.37	156.53	-137.73	18.79	10.594	T	-43.07	68.68	25.61	-37.62	139.79	102.17	B	195.00	-65.58	129.42	170.31	-157.15	13.16	12.713	T	-54.64	74.99	20.35	-47.72	152.13	104.41	B	206.51	-71.81	134.70	180.35	-170.77	9.85	14.831	T	-61.64	78.80	17.16	-53.84	159.48	105.64	B	213.51	-75.59	137.91	186.46	-178.83	7.64	16.950	T	-63.99	80.27	16.27	-55.89	162.16	106.27	B	215.86	-77.04	138.82	188.52	-181.53	6.98
Distance (X:m)		Just After Prestress			At Service Load																																																																																																																																									
		Prestress	Beam	Total	Prestress	Load	Total																																																																																																																																							
2.119	T	45.74	20.09	65.83	39.95	39.76	79.71																																																																																																																																							
	B	108.75	-18.74	90.01	94.98	-44.98	50.00																																																																																																																																							
4.238	T	17.39	35.23	52.62	15.18	72.03	87.22																																																																																																																																							
	B	135.88	-33.13	102.75	118.67	-81.63	37.04																																																																																																																																							
6.356	T	-6.91	48.72	41.81	-6.04	99.82	93.78																																																																																																																																							
	B	159.43	-46.10	113.33	139.24	-112.81	26.43																																																																																																																																							
8.475	T	-27.11	59.78	32.67	-23.68	122.16	98.48																																																																																																																																							
	B	179.23	-56.85	122.37	156.53	-137.73	18.79																																																																																																																																							
10.594	T	-43.07	68.68	25.61	-37.62	139.79	102.17																																																																																																																																							
	B	195.00	-65.58	129.42	170.31	-157.15	13.16																																																																																																																																							
12.713	T	-54.64	74.99	20.35	-47.72	152.13	104.41																																																																																																																																							
	B	206.51	-71.81	134.70	180.35	-170.77	9.85																																																																																																																																							
14.831	T	-61.64	78.80	17.16	-53.84	159.48	105.64																																																																																																																																							
	B	213.51	-75.59	137.91	186.46	-178.83	7.64																																																																																																																																							
16.950	T	-63.99	80.27	16.27	-55.89	162.16	106.27																																																																																																																																							
	B	215.86	-77.04	138.82	188.52	-181.53	6.98																																																																																																																																							

교대 (시점측) 결과요약	■ Pile 지지력 검토 <table> <tr> <th>Load case</th><th>말뚝 선단 허용지지력(t)</th><th>수 허용지지력(t)</th><th>최 연직반력(t)</th><th>최 수평반력(t)</th><th>비 고</th></tr> <tr> <td>상 시</td><td>91.40</td><td>29.868</td><td>80.821</td><td>10.429</td><td></td></tr> <tr> <td>지 진 시</td><td>137.10</td><td>53.006</td><td>77.953</td><td>12.991</td><td></td></tr> </table> ■ Pile 본체응력 검토 <table> <tr> <th rowspan="2">Load Case</th><th rowspan="2">말뚝머리의 변위 (cm)</th><th rowspan="2">말뚝본체의 응력 (kg/cm²)</th><th colspan="4">이 음 부 점 계</th></tr> <tr> <th>수직지압응력 (kg/cm²)</th><th>수평지압응력 (kg/cm²)</th><th>수직압발응력 (kg/cm²)</th><th>수평압발응력 (kg/cm²)</th></tr> <tr> <td>상 시</td><td>0.5</td><td>1027.863</td><td rowspan="2">39.900</td><td rowspan="3">25.600</td><td rowspan="2">1.500</td><td rowspan="4">2.200</td></tr> <tr> <td>지 진 시</td><td>0.4</td><td>970.990</td></tr> </table> ■ 철근량 검토 <table> <tr> <th rowspan="3">위 치</th><th colspan="2">단 면 적</th><th colspan="2">단면최수</th><th colspan="4">절 근 배 근 량</th><th rowspan="3">공 칭 모멘트</th></tr> <tr> <th rowspan="2">M_y (t·m)</th><th rowspan="2">S_y (t)</th><th rowspan="2">h (cm)</th><th rowspan="2">d (cm)</th><th colspan="2">소요철근량(cm²)</th><th colspan="3">사용철근량(cm²)</th></tr> <tr> <th>횡</th><th>전 단</th><th>횡</th><th>전 단</th></tr> <tr> <td>연 직 벽</td><td>54.350</td><td>23.155</td><td>150</td><td>140</td><td>28.000</td><td>-</td><td>D22@125 (30.97)</td><td>-</td><td>108.757</td></tr> <tr> <td>윗 급</td><td>40.584</td><td>24.376</td><td>120</td><td>110</td><td>22.000</td><td>-</td><td>D19@125 (22.92)</td><td>-</td><td>63.305</td></tr> <tr> <td>앞 급</td><td>19.923</td><td>-</td><td>120</td><td>105</td><td>21.000</td><td>-</td><td>D19@125 (22.92)</td><td>-</td><td>60.383</td></tr> <tr> <td>총 벽</td><td>19.135</td><td>9.657</td><td>80</td><td>72</td><td>14.400</td><td>-</td><td>D16@125 (15.89)</td><td>-</td><td>28.697</td></tr> <tr> <td rowspan="4">날 개 벽</td><td>a-b</td><td>27.734</td><td>13.787</td><td>50</td><td>42</td><td>27.190</td><td>-</td><td>D22@125 (30.97)</td><td>-</td><td>31.368</td></tr> <tr> <td>b-c</td><td>14.851</td><td>13.951</td><td>50</td><td>42</td><td>18.962</td><td>-</td><td>D19@125 (22.92)</td><td>-</td><td>23.562</td></tr> <tr> <td>c-d</td><td>11.744</td><td>13.196</td><td>50</td><td>42</td><td>14.913</td><td>-</td><td>D16@125 (15.89)</td><td>-</td><td>16.542</td></tr> <tr> <td>e-f</td><td>6.628</td><td>6.039</td><td>50</td><td>42</td><td>8.400</td><td>-</td><td>D22@125 (30.97)</td><td>-</td><td>31.368</td></tr> </table>										Load case	말뚝 선단 허용지지력(t)	수 허용지지력(t)	최 연직반력(t)	최 수평반력(t)	비 고	상 시	91.40	29.868	80.821	10.429		지 진 시	137.10	53.006	77.953	12.991		Load Case	말뚝머리의 변위 (cm)	말뚝본체의 응력 (kg/cm ²)	이 음 부 점 계				수직지압응력 (kg/cm ²)	수평지압응력 (kg/cm ²)	수직압발응력 (kg/cm ²)	수평압발응력 (kg/cm ²)	상 시	0.5	1027.863	39.900	25.600	1.500	2.200	지 진 시	0.4	970.990	위 치	단 면 적		단면최수		절 근 배 근 량				공 칭 모멘트	M _y (t·m)	S _y (t)	h (cm)	d (cm)	소요철근량(cm ²)		사용철근량(cm ²)			횡	전 단	횡	전 단	연 직 벽	54.350	23.155	150	140	28.000	-	D22@125 (30.97)	-	108.757	윗 급	40.584	24.376	120	110	22.000	-	D19@125 (22.92)	-	63.305	앞 급	19.923	-	120	105	21.000	-	D19@125 (22.92)	-	60.383	총 벽	19.135	9.657	80	72	14.400	-	D16@125 (15.89)	-	28.697	날 개 벽	a-b	27.734	13.787	50	42	27.190	-	D22@125 (30.97)	-	31.368	b-c	14.851	13.951	50	42	18.962	-	D19@125 (22.92)	-	23.562	c-d	11.744	13.196	50	42	14.913	-	D16@125 (15.89)	-	16.542	e-f	6.628	6.039	50	42	8.400	-	D22@125 (30.97)	-	31.368
Load case	말뚝 선단 허용지지력(t)	수 허용지지력(t)	최 연직반력(t)	최 수평반력(t)	비 고																																																																																																																																																				
상 시	91.40	29.868	80.821	10.429																																																																																																																																																					
지 진 시	137.10	53.006	77.953	12.991																																																																																																																																																					
Load Case	말뚝머리의 변위 (cm)	말뚝본체의 응력 (kg/cm ²)	이 음 부 점 계																																																																																																																																																						
			수직지압응력 (kg/cm ²)	수평지압응력 (kg/cm ²)	수직압발응력 (kg/cm ²)	수평압발응력 (kg/cm ²)																																																																																																																																																			
상 시	0.5	1027.863	39.900	25.600	1.500	2.200																																																																																																																																																			
지 진 시	0.4	970.990																																																																																																																																																							
위 치	단 면 적		단면최수		절 근 배 근 량				공 칭 모멘트																																																																																																																																																
	M _y (t·m)	S _y (t)	h (cm)	d (cm)	소요철근량(cm ²)		사용철근량(cm ²)																																																																																																																																																		
					횡	전 단	횡	전 단																																																																																																																																																	
연 직 벽	54.350	23.155	150	140	28.000	-	D22@125 (30.97)	-	108.757																																																																																																																																																
윗 급	40.584	24.376	120	110	22.000	-	D19@125 (22.92)	-	63.305																																																																																																																																																
앞 급	19.923	-	120	105	21.000	-	D19@125 (22.92)	-	60.383																																																																																																																																																
총 벽	19.135	9.657	80	72	14.400	-	D16@125 (15.89)	-	28.697																																																																																																																																																
날 개 벽	a-b	27.734	13.787	50	42	27.190	-	D22@125 (30.97)	-	31.368																																																																																																																																															
	b-c	14.851	13.951	50	42	18.962	-	D19@125 (22.92)	-	23.562																																																																																																																																															
	c-d	11.744	13.196	50	42	14.913	-	D16@125 (15.89)	-	16.542																																																																																																																																															
	e-f	6.628	6.039	50	42	8.400	-	D22@125 (30.97)	-	31.368																																																																																																																																															

구 분

내 용

교대
(중점측)
결과요약

■ Pile 지지력 검토

Load case	말단심단 허용지지력(t)	수평 허용지지력(t)	최대 연직반력(t)	최대 수평반력(t)	비 고
상 시	100.100	29.868	88.168	11.377	
지 진 시	150.150	53.006	85.040	14.172	

■ Pile 본체응력 검토

Load Case	말단머리의 변위 (cm)	말단본체의 응력 (kg/cm ²)	이 음 부 설 계			
			수직지압응력 (kg/cm ²)	수평지압응력 (kg/cm ²)	수직압반응력 (kg/cm ²)	수평압반응력 (kg/cm ²)
상 시	0.6	1121.305	43.500	27.900	1.600	2.400
지 진 시	0.4	1059.262				

■ 철근량 검토

위 지	단 면 력		단면치수		철 근 배 근 량				공 칭 모멘트 φ M _u (t-m)	
	M _u (t-m)	S _u (t)	h (cm)	d (cm)	소요철근량(cm ²)		사용철근량(cm ²)			
					철	전 단	철	전 단		
연 직 벽	54.350	23.155	150	140	28.000	-	D22@125 (30.97)	-	108.757	
윗 굽	40.584	24.376	120	110	22.000	-	D19@125 (22.92)	-	63.305	
앞 굽	19.923	-	120	105	21.000	-	D19@125 (22.92)	-	60.383	
홍 벽	19.135	9.657	80	72	14.400	-	D16@125 (15.89)	-	28.697	
날 개 벽	a-b	27.734	13.787	50	42	27.190	-	D22@125 (30.97)	-	31.368
	b-c	14.851	13.951	50	42	18.962	-	D19@125 (22.92)	-	23.562
	c-d	11.744	13.196	50	42	14.913	-	D16@125 (15.89)	-	16.542
	e-f	6.628	6.039	50	42	8.400	-	D22@125 (30.97)	-	31.368

교각
결과요약

■ Coping 검토

구 분	단 면 력		주인장 철근량		전 단 철 근 량			비 고
	M _u (t-m)	S _u (t)	필요철근량 (cm ²)	사용철근량 (cm ²)	필요철근량 (cm ²)	사 용 수평철근량 (cm ²)	사 용 수직철근량 (cm ²)	
중 양 부	234.098	-	134.400	D29-22EA (141.330)	-	D22-8EA (31.00)	D19-4EA (11.46)	Deep Beam 적용
중양부지점	1304.016	586.923	212.204	D25-22EA -2단 (222.950)	28.0/8.40 (수평수직)	D22-8EA (31.00)	D19-4EA (11.46)	Deep Beam 적용
내 민 보	1494.591	781.867	212.204	D25-22EA -2단 (22.950)	121.401	D22-8EA (31.00)	D19-4EA (11.46)	Corbel 적용

구 분

내 용

교각
결과요약

■기둥 검토

구 분		Load Case	P_u (ton)	M_{ux} (t-m)	M_{uy} (t-m)	필요철근량 (cm ²)	사용철근량 (cm ²)	비고
상 시	최소축력시	4	972.305	509.432	131.376	490.874	552.303	
	최대모멘트시	6	1077.219	84.574	616.559	490.874	552.303	
지진시	최소축력시	7	1133.914	530.157	-	490.874	552.303	
	최대모멘트시	8	1133.914	88.997	1027.283	490.874	552.303	

■Footing 검토

구 분		극한단면력		설계단면력		철 철 근 량		전단철근량		비 고
		M_u (t-m)	S_u (ton)	ϕM_n (t-m)	ϕS_n (ton)	필요 철근량 (cm ²)	사 용 철근량 (cm ²)	필요 철근량 (cm ²)	사 용 철근량 (cm ²)	
교축직각 방 향	중앙부	58.475	-	309.614	-	48.0	D29@125 (51.40)	-	-	
	지점부	207.994	125.135	309.614	-	48.0	D29@125 (51.40)	-	-	
교 축 방 향		223.804	99.473	381.290	-	48.0	D32@125 (63.54)	-	-	

■지지력 검토

구 분		지 지 력 (t/m ²)		비 고
		상 시	지 진 시	
교축직각방향	허 용 력	50	75	
	작 용 력	29.645	21.084	
교 축 방 향	허 용 력	50.	75	
	작 용 력	29.818	43.104	

나. 지반 및 지질 조사보고서

본 교량의 설계 당시 17개소에 대한 시추조사를 실시하였으며 지표로부터 표토층, 매립토층, 퇴적토층, 붕적토층, 풍화토층, 풍화암층, 연암층, 경암층 순으로 구성되어 있는 것으로 조사되었으며, 지반조사보고서(부산~울산간 고속도로 민간투자 시설사업 지반조사보고서(제5공구 좌동~운화), 2008.12)를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

조사번호	조사위치	지반고(EL.m)	비고
BB-46	7+701.0 (우 9.0m)	53.67	
BB-47	7+690.0 (좌 12.0m)	52.60	
BB-48	7+726.0 (중앙)	44.68	
BB-49	7+758.0 (우 13.0m)	40.26	
BB-50	7+754.0 0(좌 12.0m)	40.44	
BB-51	7+785.0 (중앙)	38.41	
BB-52	7+819.0 (우 12.0m)	37.70	
BB-53	7+812.0 (좌 11.0m)	41.03	
BB-54	7+846.0 (우 16.0m)	42.14	
BB-55	7+888.0 (우 9.0m)	41.93	
BB-56	7+873.0 (좌 12.0m)	42.18	
BB-57	7+909.0 (중앙)	42.94	
BB-58	7+942.0 (우 12.0m)	43.05	
BB-59	7+931.0 (좌 12.0m)	44.24	
BB-60	7+965.0 (좌 2.0m)	45.43	
BB-61	8+001.0 (우 8.0m)	55.07	
BB-62	7+990.0 (좌 16.0m)	56.85	



구 분	지 층 특 성
표토층 (Top Soil)	· 본 지층은 시추공 BB-61 지역의 최상부인 지표면에서 0.6m 정도의 두께로 확인되고 있다. · 본 층은 실트질 모래로 구성되어 있으며, 색깔은 암갈색을 띠고 있다.
매립토층 (Fill)	· 본 지층은 인위적으로 형성된 지층으로서 시추공 BB-53, 55~60, 62 지역을 최상부인 지표면에서 0.2~2.7m 정도의 두께로 확인되고 있다. · 본 층의 점토질, 모래섞인 실트질 자갈, 자갈섞인 실트질 모래, 점토 및 모래섞인 실트, 실트질 점토 등으로 구성되어 있으며, 통일분류법에 의해 GW-GC로 분류된다. · 색깔은 갈색, 암갈색 등을 띠고 있다.
퇴적토층 (Alluvial Soil)	· 본 지층은 과거 유수의 운반·퇴적 작용에 의해 형성된 지층으로서 시추공 BB-49~52, 54 조사지역에서 지표면에서 2.7~4.0m 정도의 두께로 분포하고 있다. · 본 층은 모래섞인 자갈 및 호박돌 등으로 구성되며, 표준관입시험에 의한 N치는 50/19~50/2(회/cm) 정도로 매우조밀한 상대밀도를 나타내나, 부분적으로 자갈 및 호박돌에 의한 과대저항치를 나타낸다. · 색깔은 갈색, 청갈색, 황갈색 등을 띠고 있다.
붕적토층 (Colluvial Soil)	· 본 지층은 시추공 BB-49~54 지역을 제외한 전역에 걸쳐 최상부인 지표면과 매립토층 하부에서 지표면~4.5m정도의 두께로 분포하고 있다. · 본 층은 실트질 모래섞인 자갈, 모래섞인 자갈 및 호박돌, 자갈 및 전석섞인 실트질 모래, 실트질 자갈 등으로 구성되어 있으며, 통일분류법에 의해 SM, GM, GC 등으로 분류된다. · 또한, 표준관입시험에 의한 N치는 20/30~50/0(회/cm) 정도로 중간조밀 내지 매우조밀한 상대밀도를 나타내고 있으나, 부분적으로 자갈 및 전석에 의한 과대저항치를 나타낸다. · 색깔은 황갈색, 회갈색, 갈색 등을 띠고 있다.
풍화토층 (Residual Soil)	· 본 지층은 기반암이 완전풍화되어 원위치에 잔류되어 있는 지층으로서 시추공 BB-47, 52, 53, 61, 62 조사지역 전역에 걸쳐 0.3~6.2m 정도의 두께로 분포하고 있다. · 본 지층은 암편 및 점토섞인 실트질 모래로 구성되어 있으며, 통일분류법에 의해 SM으로 분류된다. · 또한, 표준관입시험에 의한 N치는 34/30~50/14(회/cm) 정도로 조밀한 내지 매우조밀한 상대밀도를 나타낸다. · 색깔은 황갈색, 회갈색 등을 띠고 있다.
풍화암층 (Weathered Rock)	· 본 지층은 기반암이 풍화되어 형성된 지층으로서 시추공 BB-46 지역을 제외한 조사지역 전역에서 지표면하 2.7~17.5m 정도에서 확인되고 있다. · 시추시 암편섞인 실트섞인 모래, 실트섞인 모래 등으로 완전 분해된 상태이며, 표준관입시험에 의한 N치는 50/10~50/0(회/cm) 정도로 매우조밀한 상대밀도를 나타낸다. · 색깔은 암회색, 회색, 녹갈색, 녹회색, 담갈색, 암갈색, 갈색 등을 띠고 있다.
연암층 (Soft Rock)	· 본 지층은 기반암이 부분적으로 풍화되어 형성된 지층으로서 시추공 BB-46, 50, 31, 51, 55, 60 지역에서 지표면하 4.5~7.0m 정도에서 확인되고 있다. · 풍화정도는 보통풍화(M.W)에 속하며 시추작업시 코아회수는 T.C.R : 20~68%, R.Q.D : 0~7% 정도이고 균열 및 절리 발달이 매우 저조한 상태이다. · 색깔은 녹회색, 암갈색, 회녹색 등을 띠고 있다.
경암층 (Hard Rock)	· 본 지층은 기반암이 부분적으로 풍화되어 형성된 지층으로서 시추공 BB-60 지역에서 지표면하 7.0m 정도에서 확인되고 있다. · 풍화정도는 보통풍화 내지 약간풍화 (M.W~S.W)에 속하며 시추작업시 코아회수는 T.C.R : 96%, R.Q.D : 35% 정도이다. · 색깔은 암회색을 띠고 있다.

16.2.3 시설물 점검이력

대상시설물은 2중 시설물로서 2008년 12월 31일 준공 이후 정기적으로 안전점검이 시행되었으며 그 결과에 의한 유지관리가 실시되고 있는 상태이다.

【표 16.2.2】 대운천교(울산) 점검이력사항

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
1	정기안전점검	2025.03.03 ~2025.06.30	한국도로공사	양호	· 교면포장 표면박리 등 · 배수시설 배수관 연결부 막힘, 배수구 이물질 퇴적 등 · 난간 방호벽 균열부백태, 철근 노출(녹물 흔적), 접속부 침하 및 이격 등 · 신축이음 후타콘크리트 균열 및 마모, 파손, 본체 부식, 유간토사퇴적 등 · 교량받침 탄성받침 고무패드 밀림, 스토퍼 파손, 받침플레이트 부식 등 · 바닥판 캔틸레버 균열 및 철근 노출 등 · 거더 배부름 등 · 2차부재 / 가로보 상태 양호 · 교대 구체 균열, 흉벽 열화 및 백태 등 · 교각 코핑부 균열 및 망상균열, 실런트 이격 등 · 점검시설 출입문 손잡이 파손, 출입문 바퀴 부식 및 탈선 우려 등
2	정기안전점검	2024.09.01 ~2024.12.30	한국도로공사	양호	· 거더: 배부름 · 바닥판: 균열, 망상균열, 파손 · 교량받침: 플레이트부식, 탄성받침고무패드밀림 및 들뜸, 받침물탈균열 · 교대: 균열 · 교각: 균열, 균열부백태, 망상균열, 박리, 파손, 재료분리, 표면오염, 체수흔적 · 신축이음: 후타콘크리트 균열 및 파손, 고무재 열화, 하부누수, 유간토사퇴적 · 교면포장: 균열, 망상균열, 표면박리, 파손, 마모 · 배수시설: 집수구 막힘, 배수관 막힘, 배수관 연결부누수 · 난간및연석: 균열, 망상균열, 균열부백태, 백태, 굽힘, 표면오염, 접속부침하 · 2차부재/가로보: 균열부백태 · 점검시설: 상태양호
3	2중성능평가	2024.03.11 ~2024.12.23	(주)명성엔지니어링	B등급	· 안전성능평가결과, 성능평가점수0.197, 등급b로평가 · 내구성능평가결과, 성능평가점수0.208, 등급b로평가 · 사용성능평가결과, 성능평가점수0.597, 등급d로평가 · 종합성능평가결과, 성능평가점수0.251, 등급B로평가

【표 16.2.2】 대운천교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
4	정기안전점검	2024.03.01 ~2024.06.30	한국도로공사	양호	· 교면포장균열, 망상균열, 표면박리, 마모, 파손 등 · 배수시설집수구막힘, 배수관연결부누수 등 · 난간중분대균열, 망상균열, 균열부백태, 백태, 이격, 단차 등 · 신축이음후타콘크리트균열및망상균열, 고무재열화, 하부누수 등 · 교량받침탄성패드들뜸및밀림, 플레이트부식, 몰탈균열, 스톱퍼밀착 등 · 바닥판균열, 망상균열 등 · 2차부재가로보균열부백태, 재료분리 등 · 교대균열, 법면보호블럭이격 등 · 교각균열, 망상균열, 박리, 파손, 재료분리, 표면오염 등
5	정밀안전점검	2023.02.20 ~2023.12.22	(주)엠케이에스 이	B등급	- 교면포장 LMC 균열 및 망상 균열, 마모, 파손, 박리 - 방호벽 균열 (0.3mm 미만), 망상 균열, 백태, 긁힘, 표면 오염, 이격, 단차 - 배수시설 집수구 및 배수관 막힘, 배수관 연결부 누수 - 신축이음 후타재 균열 및 파손, 본체 고무재열화, 하부 누수, 유간토사 퇴적 - 바닥판 균열 (0.3mm 미만), 망상 균열, 파손 - 거더 배부름 - 가로보 균열 부백태, 재료 분리 - 교량받침 Plate 부식, 균열 (0.3mm 미만), 탄성패드 들뜸 및 밀림, 스톱퍼 밀착 - 교대/교각 균열 (0.3mm 미만), 망상 균열, 백태, 박리, 파손, 체수 흔적, 표면 오염
6	정기안전점검	2023.03.06 ~2023.06.05	자체수행	양호	· 교면포장 LMC포장 균열, 망상균열, 표면박리, 마모, 파손 등 · 난간중분대 균열 (cw=0.3mm미만, 이상), 망상균열, 균열부백태, 백태, 이격, 단차 등 · 배수시설 집수구 막힘, 배수관 연결부 누수 등 · 신축이음 후타재 균열 및 망상균열, 고무재열화, 하부누수, 유간토사퇴적 등 · 바닥판 균열 (cw=0.3mm포미만), 망상균열 등 · 2차부재 가로보 균열부백태, 재료분리 등 · 교량받침 탄성패드 들뜸 및 밀림, 플레이트 부식, 몰탈 균열, 스톱퍼 밀착 등 · 하부구조 교대 균열 (cw=0.3mm미만), 법면보호블럭 이격 등 · 하부구조 교각 균열 (cw=0.3mm미만), 망상균열, 박리, 파손, 재료분리, 표면오염 등 · 점검시설 점검통로 앵커볼트 절단 흔적, 앵커볼트 노출길이 부족 등
7	정기안전점검	2022.07.27 ~2022.08.12	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함 등 세부결과 보고서 참고
8	정기안전점검	2022.05.16 ~2022.06.15	자체수행	양호	전반적으로 상태가 양호함, 세부결과 보고서 참고

【표 16.2.2】 대운천교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
9	정밀안전점검	2021.03.03 ~2021.12.22	(주)엠케이에스 이	B등급	- 교면포장: LMC 균열 및 망상 균열, 표면 박리, 마모, 파손 - 방호벽: 균열(0.3mm 미만), 망상 균열, 균열 부백태, 백태, 표면 오염, 이격, 단차 - 배수시설: 배수관 막힘 및 연결 부누수 - 신축이음: 후타재 균열(0.3mm 미만) 및 파손, 본체 고무재열화, 하부 누수, 유간토사 퇴적 - 바닥판: 균열(0.3mm 미만), 망상 균열 - 거더상대양호 - ? 교량받침: Plate 부식, 몰탈 균열(0.3mm 미만), 탄성패드 들뜸 및 밀림, 스토퍼 밀착 - 교대/교각: 균열(0.3mm 미만), 망상 균열, 균열 부백태, 박리, 파손, 채수 흔적, 표면 오염
10	정기안전점검	2021.06.28 ~2021.06.28	자체수행	양호	· 2차부재: 가로보 백태, 가로보 균열 백태 · 바닥판: 횡 균열(cw=0.3mm 미만), 백태 고드름, 재료 분리, 철근 노출 · 교량받침: 받침 플레이트 부식, 받침 본체 밀림, 받침 몰탈 박락, 쇄기 관 협착, 받침 몰탈 균열(cw=0.3mm 미만), 고무패드 들뜸 · 하부구조(교대): 균열(cw=0.3mm 미만), 망상 균열, 굽힘 · 하부구조(교각): 균열(cw=0.3mm 미만), 망상 균열, 굽힘, 채수, 표면 오염, 페콘 크리트 적치 · 신축이음: 후타재 균열(cw=0.3mm 미만), 차수판 볼트 누락, 유간토사 퇴적 · 교면포장: 콘크리트 균열(cw=0.3mm 미만), 박락, 마모, 파손 · 난간연석: 균열(cw=0.3mm 미만), 균열 부백태, 표면 오염, 유지관리 표지판 탈락 · 배수시설: 집수구 막힘
11	정기안전점검	2020.08.10 ~2020.08.10	자체수행	양호	· 신축이음: 유간토사 퇴적 및 후타 콘크리트 균열, 파손 · 배수관: 노후화로 인한 파손
12	정기안전점검	2020.06.30 ~2020.06.30	자체수행	양호	양호함
13	정밀안전점검	2019.03.19 ~2019.12.22	한국시설기술단 (주)	B등급	- 바닥판: 균열(폭 0.3mm 미만), 망상 균열, 재료 분리 - PSCI 거더: 파손 - 콘크리트 가로보: 균열 부백태, 백태, 재료 분리 - 교대: 균열(폭 0.3mm 미만), 파손, 법면 보호블럭 이격 - 교각: 균열(폭 0.3mm 미만), 균열 부백태, 망상 균열, 박리, 박락, 굽힘, 파손, 재료 분리, 실런트 이격 등 - 교량받침: 고무재 밀림, 고무재 들뜸, 플레이트 부식, 스티포 밀착, 받침 콘크리트 철근 노출 등 - 신축이음: 누수, 유간토사 퇴적, 후타재 균열, 망상 균열, 파손, 차수판 연결 불량 등 - 교면포장: 콘크리트 균열, 망상 균열, 박리, 박락, 파손, 마모 - 배수시설: 배수관 연결 불량 - 방호벽 및 중앙 분리대, 방음벽: 열(폭 0.3mm 미만), 망상 균열, 균열 부백태, 백태, 표면 오염, 이격, 단차 등 - 점검시설: 앵커 볼트 절단 흔적, 노출 길이 부족

【표 16.2.2】 대운천교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
14	2중성능평가	2019.03.19 ~2019.12.22	한국시설기술단 (주)	B등급	-바닥판의균열,망상균열,재료분리,거더의파손,가로보의균열부백태,재료분리,교대및교각의균열,파손,망상균열,박리,재료분리,교량받침의고무재밀림,들뜸,플레이트부식,스토퍼밀착,받침콘크리트철근노출,신축이음의누수,유간토사퇴적,후타재균열,교면포장의콘크리트균열,망상균열,박리,배수시설의배수관연결불량,방호벽의균열,망상균열,균열부백태,점검시설의앵커볼트절단흔적등이조사됨. -내구성시험결과,내구성저하요인은조사되지않았으며,구조해석검토결과,안전성을확보하고있음. -안전성능평가결과(B),내구성능평가결과(A),사용성능평가결과(B) -종합평가결과 "일부부재에경미한결함이나내구성저하가능성이조사되었으며,외부환경조건등을고려하여진행여부를지속관찰하고보수여부를결정하여야하는성능수준" 인 "B등급" 으로평가됨.
15	정밀안전진단	2018.12.03 ~2019.08.23	(주) 청출어람	B등급	▶외관조사및재료시험에의한상태평가결과"B"로평가됨. · 콘크리트포장균열,망상균열,마모,박리및박락,파손,패임 · 방호벽균열,백태,파손,표면오염,방음벽고정대볼트부식,도장탈락 · 배수구막힘 · 신축이음후타재균열및파손,유간토사퇴적,차수판볼트탈락,차수판 연결 불량, 차수판 파손 · 바닥판균열,재료분리,박락및파손 · P.S.C.거더박리 · 가로보백태,재료분리 · 받침물탈균열및파손플레이트부식 · 교대및교각균열,망상균열,들뜸,재료분리,파손,철근노출,표면오염 ▶안전성평가"A"로평가됨. ▶종합평가및안전등급결과"B"로평가됨.
16	정기안전점검	2019.08.23 ~2019.08.23	자체수행	양호	· 교대홍벽균열 · 신축이음유간토사퇴적 · 교량받침도장녹발생
17	정기안전점검	2019.05.07 ~2019.05.07	자체수행	양호	양호함
18	정기안전점검	2018.08.01 ~2018.08.01	자체수행	양호	- 양호함
19	정기안전점검	2018.04.17 ~2018.04.17	자체수행	양호	- 양호함
20	정밀안전점검	2017.10.16 ~2017.12.22	자체수행	B등급	· 바닥판균열,백태 · 거더상태양호,가로보백태 · 하부구조균열및망상균열,표면오염 · 교량받침Plate부식,탄성패드밀림 · 신축이음후타재균열,차수판이음불량 · 교면포장L.M.C포장균열및마모 · 방호벽균열,백태
21	정기안전점검	2017.10.13 ~2017.10.13	자체수행	양호	- 양호함

【표 16.2.2】 대운천교(울산) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
22	정기안전점검	2017.06.23 ~2017.06.23	자체수행	양호	- 양호함
23	정기안전점검	2016.08.24 ~2016.08.24	자체수행	양호	- 양호함
24	정기안전점검	2016.05.10 ~2016.05.10	자체수행	양호	- 양호함
25	정밀안전점검	2015.05.27 ~2015.12.22	(재)한국재난연구원	B등급	바닥판하면: 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열, 백태, 표면오염, 파손, 파손및철근노출/거더: 균열(cw=0.3mm미만), 파손(인양홀), 백태, 박락, 표면오염/가로보: 균열(cw=0.3mm미만), 균열(cw=0.3mm이상), 박락, 파손/교대 및 교각: 균열(cw=0.3mm미만), 균열(cw=0.3mm이상), 망상균열, 파손, 재료분리 등/신축이음: 후타재균열, 유간토사퇴적, 고무재파손, 신축이음 장치누수, 차수판 볼트체결불량 등 /방호벽: 균열(cw=0.3mm미만), 균열(cw=0.3mm이상), 굽힘, 균열부백태/배수시설: 배수관볼트 체결불량, 배수로파손 등/교량받침: 받침물탈균열, 받침대 균열, 박락, 재료분리, 철근노출
26	정기안전점검	2015.03.20 ~2015.03.20	자체수행	양호	- 교대균열 외 대체적으로 양호
27	정기안전점검	2014.12.01 ~2014.12.01	자체수행	양호	· 양호
28	정기안전점검	2014.06.16 ~2014.06.16	자체수행	양호	· 양호
29	정밀안전점검	2013.10.01 ~2013.12.03	자체수행	A등급	· 벽체 누수로 인한 오염
30	정기안전점검	2013.06.04 ~2013.06.04	자체수행	양호	· 양호
31	정기안전점검	2012.08.21 ~2012.08.21	자체수행	양호	· 양호
32	정기안전점검	2012.02.28 ~2012.02.28	자체수행	양호	· 양호
33	정기안전점검	2011.09.06 ~2011.09.06	자체수행	양호	· 양호
34	정기안전점검	2011.04.18 ~2011.04.18	자체수행	양호	· 양호함
35	정기안전점검	2010.07.07 ~2010.12.08	자체수행	양호	· 양호함
36	정밀안전점검	2010.03.10 ~2010.05.09	자체수행	A등급	· 교대벽체 상단 일부 물고임
37	정기안전점검	2009.08.04 ~2009.11.25	-	양호	· 이상없음
38	정기안전점검	2009.03.06 ~2009.06.30	-	양호	· 이상없음
39	초기안전점검	2008.08.01 ~2008.12.31	원공엔지니어링(주)	A등급	· 구조물 상태가 양호하고 최상의 상태임.

16.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년12월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
교면포장	◦교면포장에 대한 외관조사 결과, LMC 균열 및 망상균열, 박리, 마모, 파손 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.	
방호벽	◦방호벽에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태, 백태, 굽힘, 표면오염, 이격 및 단차 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.	
배수시설	◦배수시설에 대한 외관조사결과, 상부 집수구 막힘, 배수관 막힘 및 연결부 누수가 발생한 것으로 조사되었다.	
신축이음	◦신축이음에 대한 외관조사 결과, 후타재 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 파손, 본체 고무재 열화 및 하부누수, 유간부 토사퇴적, 차수판 볼트탈락 및 연결불량, 차수판 변형 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다. ◦신축이음 유간검토 신축이음 유간을 각 지점에서 측정한 결과 온도변화에 따른 가동량은 이론치와 유사한 것으로 조사되어 원활한 신축거동을 하고 있는 것으로 평가되고, 신축여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 검토되었다.	
바닥판	◦바닥판에 대한 외관조사결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 파손이 조사되었다.	
거더	◦거더에 대한 외관조사 결과, 시공미흡에 의한 배부름이 2경간에서 조사되었다.	
가로보	◦가로보에 대한 외관조사 결과, 균열부백태 및 재료분리가 발생한 것으로 조사되었다.	
교량받침	◦교량받침에 대한 외관조사결과, Plate 부식, 탄성패드 밀림 및 들뜸, 받침 몰탈 및 콘크리트 균열(0.3mm미만), 스토퍼 밀착이 발생한 것으로 조사되었다.본 교량의 교량받침에 대한 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치(375.0mm)를 상회하는 것으로 조사되어 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다. ◦이동 여유량 검토 본 교량의 가동받침의 이동량 산정시 온도변화는 보통지방을 고려하여 $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ 설계하였으며 설계 시 고려한 온도를 기준으로 교량받침 여유량 검토결과 온도변화에 따른 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 측정·검토되었다. 단, 교량받침(A1, P3, P6)의 탄성패드 밀림(슬라이딩)이 조사된 받침은 건전한 거동을 하지 않은 것으로 판단하여 온도변화에 의한 여유량 검토에서 제외하고 평가하였다.	
교대	◦교대에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만)이 발생한 것으로 조사되었다.	
교각	◦교각에 대한 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태, 박리, 파손, 재료분리, 체수흔적, 표면오염, 페콘크리트 적치, 실링재 파손 등이 발생한 것으로 조사되었다.	
기초	◦대운천교(울산)의 설계도서 검토결과, 기초형식은 강관파일기초(A1, A2), 직접기초(P1~P8)로 시공된 것으로 검토되었으며, 점검일 현재 기초는 노출 없이 매립되어 외관조사는 불가한 것으로 조사되었다.	
교량 점검시설	◦교량 점검시설에 대한 외관조사 결과, 출입시설(수직형) 및 점검통로에 대한 보강(브라켓 및 앵커볼트)을 시행한 것으로 확인되었다.	
공중이 이용하는 부위	◦추락방지시설 (교량 점검시설)	
	◦도로포장 (교면포장, 보도부)	
	◦도로부 신축이음부 (신축이음)	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판	27.9 ~ 29.0	27.0	■ 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대 및 교각	26.1 ~ 27.6	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조	탄산화깊이	1.2 ~ 3.4	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
		잔여깊이	30.8 ~ 37.0	a등급	
	하부구조	탄산화깊이	4.1 ~ 6.2	a등급	
		잔여깊이	77.0 ~ 112.7	a등급	
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 설계기준강도를 상회하는 것으로 측정·검토됨. 건전부와 비건전부 비교결과 비건전부의 강도저하는 있으나 설계기준강도 100%이상으로 강도부족에 의한 내구성저하는 없는 것으로 분석됨. ■ 탄산화시험결과, 상부구조 및 하부구조는 탄산화 잔여깊이는 30mm이상으로 상태평가 기준 “a” 등급으로 조사되어 탄산화에 대한 철근부식 발생 우려는 없는 것으로 판단됨.				

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
대운천교(울산)	0.191	B	—	—	B
종합평가	•안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 금회 실시한 정밀안전점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 B등급 “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한” 로 지정되었다.				

라. 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급” 으로 지정하였다.

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

점검부위	결함 및 손상내용	손상물량	보수물량	단위	보수·보강(안) 공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위	비고
방호벽	균열(0.3mm미만)	72.70	18.78	m/m ²	표면보수	65	1,220	3	
	망상균열	0.31	1.00	m ²	표면보수	65	65	3	
	균열부 백태	13.70	3.43	m/m ²	표면보수	65	222	3	
	백태	4.65	6.98	m ²	표면보수	65	453	3	
	긁힘	1.00	1.50	m ²	단면보수	240	360	2	
	표면오염	5.13	7.70	m ²	표면보수	65	500	3	
배수시설	집수구 막힘	5	5	EA	청소	20	100	1	
	배수관 막힘	1	1	EA	청소	300	300	1	
	배수관 연결부 누수	1	1	EA	청소	300	300	1	
신축이음	하부누수	8.00	47.25	m	유도배수시설 설치 (A1, P3, P6)	200	9,450	1	
	고무재 열화	17.00		m ²					
	유간토사퇴적	8.00	63.00	m	청소	20	1,260	2	
	후타재 파손	0.05	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	
	차수판 연결불량	3	3	EA	차수판 재설치	1,000	3,000	3	
	차수판 변형	1	1	EA	차수판 재설치	1,000	1,000	3	
	차수판 볼트탈락	18	18	EA	볼트재체결	50	900	3	
바닥판	균열(0.3mm미만)	3.80	1.00	m/m ²	표면보수	65	65	3	
	망상균열	2.25	3.38	m ²	표면보수	65	219	3	
	파손	0.03	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	
가로보	균열부 백태	0.20	1.00	m	표면보수	65	65	3	
교량받침	탄성패드 밀림	9	9	EA	인상+미끄럼방지턱 설치	3,000	27,000	1	
	탄성패드 들뜸	3	3	EA	인상+미끄럼방지턱 설치	3,000	9,000	1	
	Plate 부식	33	33	EA	채도장	80	2,640	2	
교대	균열(0.3mm미만)	5.00	1.25	m/m ²	표면보수	65	81	3	
교각	균열(0.3mm미만)	63.70	15.93	m/m ²	표면보수	65	1,035	3	
	균열부 백태	0.40	1.00	m/m ²	표면보수	65	65	3	
	망상균열	20.74	31.11	m ²	표면보수	65	2,022	3	
	박리	0.04	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	
	파손	0.16	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	
	재료분리	0.20	1.00	m ²	단면보수	240	240	2	
	폐콘크리트 적치	1.05	1	m ² /식	청소	500	500	3	
	실링재 파손	1.20	1	m/식	실링처리	500	500	3	
순 공 사 비							63,522		
제경비(순공사비×0.5)							31,761		
총 공 사 비							95,283		

※ 상기 개략공사비는 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건 상 변동될 수 있음.

바. 종합결론

1) 대운천교(울산)는 준공 후 15년이 경과된 PSC Bema 교량으로 금회 정밀안전점검결과 주요부재(바닥판, 교대/교각)에서 균열(0.3mm미만), 망상균열, 단면손상(박리, 파손, 재료 분리), 표면오염 등이 발생하고 기타부재(배수시설, 신축이음)의 배수시설 집수구 및 배수관 막힘, 신축이음(A1, P3, P6) 고무재 열화에 의한 하부누수 등의 손상이 조사되어 손상부에 대한 적절한 보수가 요구된다.

또한, 교량받침(A1, P3, P6)에서 탄성패드 밀림(슬라이딩) 및 들뜸이 발생한 것으로 확인 되었으며, 구조물의 건전한 거동을 위해 온도보정작업(Pre-Setting) 후 미끄럼방지턱 설치 등이 요구된다.

2) 내구성시험 결과, 반발경도법에 의한 비파괴 강도는 100%를 상회하는 것으로 측정되어 강도저하는 없는 것으로 판단되고 탄산화 시험은 모든 측정부위에서 탄산화 잔여깊이가 30mm이상으로 탄산화에 의한 내구성 저하는 발생하지 않은 것으로 검토되었다.

3) 따라서, 본 교량은 「보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한」인 “B등급”으로 평가 되었으며, 금회 점검시 조사된 손상·결함부에 대하여 보수를 시행한다면 공용상의 문제는 없을 것으로 판단되고 시설물 등급의 상향 또는 현 상태의 등급을 지속적으로 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

4) 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

－ 금회 정밀안전점검 실시결과 시설물의 사용제한 필요 없는 것으로 판단된다.

5) 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- － 집수구 막힘으로 인한 체수 발생 및 주행성 저하 유무
- － 신축이음(A1, P3, P6) 하부누수로 인한 주변 부재 손상 발생 유무
- － 교량받침(A1, P3, P6)의 탄성패드 밀림(슬라이딩) 추가 발생 및 신축거동 상태 확인

6) 기타 필요한 사항

－ 없음

16.2.5 시설물 보수 이력

【표 16.2.3】 대운천교(울산) 보수이력사항

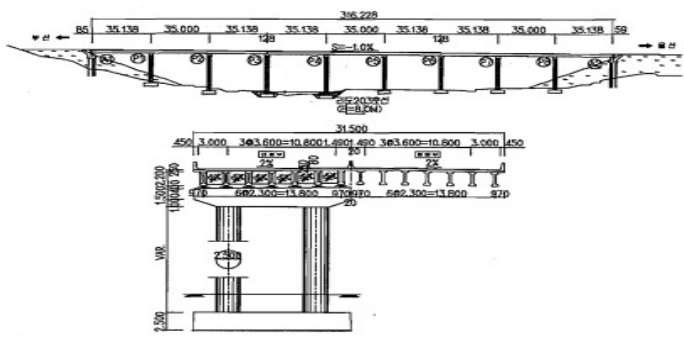
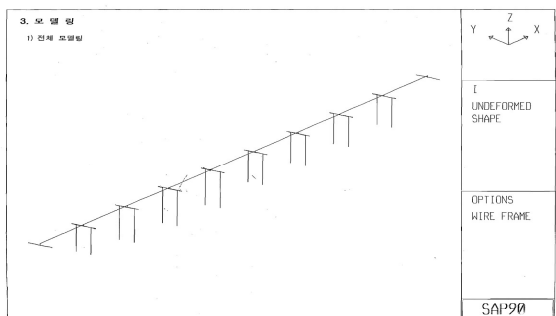
번호	공사명	공사 구분	보수보강공사 부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	2024년~2025년 울산지사 관내 시설물 연간 유지보수공사	보수	신축이음	(주)엠케이에스 이	태정산업개발(주)
	2024-05-13 ~ 2024-08-30		유도배수시설 설치	6,442	이선우
2	2019 구조물 정밀안전진단 및 점검 결함사항 보수공사		가로보 외	서영엔지니어링	지엘부
	2020-08-28 ~ 2020-12-28		표면보수 등	3,509	조재성
3	2018년 부산포항선 교량 보수공사	보수	교량받침 PLATE 부식 - 슈 바탕처리 및 슈도장(A1,P2,P5,P8,A2) - (A2) 신축이음장치 교체(No.50 레일) 16.0m	김병우	(주)예일개발
	2018-11-01 ~ 2018-12-26		교량받침 PLATE 부식 - 슈 바탕처리 및 슈도장(A1,P2,P5,P8,A2) = 9.8M ² (A2) 신축이음장치 교체(No.50 레일) 16.0m	14,459	전상우

FMS상 이외에 주기적으로 일상적인 보수가 실시되고 있는 것으로 확인되었다.

16.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

대운천교(울산)는 2008년 준공된 교량으로 준공도서 및 시설물관리대장(FMS) 등을 검토한 결과 내진설계가 적용된 교량인 것으로 확인되었다.

적용유무				내진설계								비고					
내진설계 적용				- 시설물관리대장(FMS)에 내진설계 적용으로 표기됨													
시설물번호		관리번호		시설물명		노선		시설물분류									
						구분		세부노선		시설물종류		시설물종별		시설물구분		SOC성능평가대상	
BR2008-0000998				대운천교(울산)		고속국도		고속국도65호선		1종시설물에 해당하지 않는 연장 100미터이상의 교량		2종		교량		유	
주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체		관리주체구분				소유자		소유자구분					
울산광역시 울주군 온양읍 온화리 산 137-1				부산울산고속도로(주)		공공		민간		국토해양부		공공		민간			
						중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	중앙부처			지자체	(국가/지방)공기업				
사업계획 승인일		준공 (사용승인)일		하차담보책임 만료일		2. 상세재원		3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력		4. 보수·보강 이력		원기구 열개 (접근 가능한 원기구)		5. 첨부자료 목록			
		2008년 12월 31일		2015년 12월 31일		유		유		유				대운천교.jpg 대운천교(하부).jpg			
설계기간				설계자		공사기간				시공자		총공사비(백만원)					
1997-12-22 ~ 1999-10-21				서영엔지니어링		2001-11-29 ~ 2008-12-31				대림산업주식회사		4,986					
내진정보		내진설계 대상 유무		내진설계 적용 유무		적용내진설계기준				내진성능평가 실시 유무		내진보강 유무					
		불명		적용						불명		불명					
영21조대상		감리기간		감리자(책임감리원)		사업주체(발주자)				공사명		공사감독·공사관리관					
아니오						부산울산고속도로(주)				부산-울산간 고속도로 민간투자 사업		한국도로공사					
기타 기본현황																	
작성일				작성자				최종 수정일				최종 수정자					
2008년 12월 18일				부산울산고속도로(주) (인)				2019년 11월 26일				박준형					
비고																	
설계 조건		·내진등급 : 1등급($A=1.4 \times 0.11=0.154$) ·교량형식 : P.C BEAM교 ·지반종류 : I 지역 ($S=1.00$) ·해석방법 : 복합모드 스펙트럼 해석 ·응답수정계수 - 연결부 : 교대 $R=0.8$, 교각 $R=1.0$ - 교 각 : 교축직각=5, 교축방향=3 - 기 초 : 교축직각=2.5, 교축방향=1.5 ·사용 SHOE - 보강탄성받침 : 175ton - 스프링 계수 교대(175ton) : 전단(K_h)=196ton/m : 압축(K_v)=99,000ton/m 교각(175ton) : 전단(K_h)=196ton/m : 압축(K_v)=99,000ton/m															

적용유무	내진설계	비고																																																																																								
설계단면																																																																																										
전체 모델링																																																																																										
해석결과	·연결부 탄성지진력 <table><tr><th>구 분</th><th>교 축 방 향</th><th>교축직각방향</th><th>허용수평력</th></tr><tr><td>교 대 1</td><td>24.475</td><td>14.902</td><td>31.76</td></tr><tr><td>교 각 1</td><td>19.285</td><td>19.512</td><td>63.52</td></tr><tr><td>교 각 2</td><td>11.407</td><td>21.038</td><td>63.52</td></tr><tr><td>교 각 3</td><td>13.755</td><td>14.637</td><td>31.76</td></tr><tr><td>교 각 4</td><td>14.076</td><td>24.393</td><td>63.52</td></tr><tr><td>교 각 5</td><td>22.931</td><td>26.841</td><td>63.52</td></tr><tr><td>교 각 6</td><td>24.469</td><td>13.161</td><td>31.76</td></tr><tr><td>교 각 7</td><td>13.078</td><td>23.305</td><td>63.52</td></tr><tr><td>교 각 8</td><td>13.474</td><td>18.873</td><td>63.52</td></tr><tr><td>교 대 2</td><td>21.890</td><td>13.281</td><td>31.76</td></tr></table> ·연결부 변위 <table><tr><th>구 분</th><th>교 축 방 향</th><th>교축직각방향</th><th>허 용 변 위</th></tr><tr><td>교 대 1</td><td>114</td><td>50</td><td>162</td></tr><tr><td>교 각 1</td><td>42</td><td>21</td><td>162</td></tr><tr><td>교 각 2</td><td>21</td><td>13</td><td>162</td></tr><tr><td>교 각 3</td><td>22</td><td>11</td><td>162</td></tr><tr><td>교 각 4</td><td>27</td><td>19</td><td>162</td></tr><tr><td>교 각 5</td><td>47</td><td>29</td><td>162</td></tr><tr><td>교 각 6</td><td>98</td><td>60</td><td>162</td></tr><tr><td>교 각 7</td><td>26</td><td>13</td><td>162</td></tr><tr><td>교 각 8</td><td>29</td><td>14</td><td>162</td></tr><tr><td>교 대 2</td><td>100</td><td>48</td><td>162</td></tr></table>	구 분	교 축 방 향	교축직각방향	허용수평력	교 대 1	24.475	14.902	31.76	교 각 1	19.285	19.512	63.52	교 각 2	11.407	21.038	63.52	교 각 3	13.755	14.637	31.76	교 각 4	14.076	24.393	63.52	교 각 5	22.931	26.841	63.52	교 각 6	24.469	13.161	31.76	교 각 7	13.078	23.305	63.52	교 각 8	13.474	18.873	63.52	교 대 2	21.890	13.281	31.76	구 분	교 축 방 향	교축직각방향	허 용 변 위	교 대 1	114	50	162	교 각 1	42	21	162	교 각 2	21	13	162	교 각 3	22	11	162	교 각 4	27	19	162	교 각 5	47	29	162	교 각 6	98	60	162	교 각 7	26	13	162	교 각 8	29	14	162	교 대 2	100	48	162	
구 분	교 축 방 향	교축직각방향	허용수평력																																																																																							
교 대 1	24.475	14.902	31.76																																																																																							
교 각 1	19.285	19.512	63.52																																																																																							
교 각 2	11.407	21.038	63.52																																																																																							
교 각 3	13.755	14.637	31.76																																																																																							
교 각 4	14.076	24.393	63.52																																																																																							
교 각 5	22.931	26.841	63.52																																																																																							
교 각 6	24.469	13.161	31.76																																																																																							
교 각 7	13.078	23.305	63.52																																																																																							
교 각 8	13.474	18.873	63.52																																																																																							
교 대 2	21.890	13.281	31.76																																																																																							
구 분	교 축 방 향	교축직각방향	허 용 변 위																																																																																							
교 대 1	114	50	162																																																																																							
교 각 1	42	21	162																																																																																							
교 각 2	21	13	162																																																																																							
교 각 3	22	11	162																																																																																							
교 각 4	27	19	162																																																																																							
교 각 5	47	29	162																																																																																							
교 각 6	98	60	162																																																																																							
교 각 7	26	13	162																																																																																							
교 각 8	29	14	162																																																																																							
교 대 2	100	48	162																																																																																							

적용유무	내진설계	비고																																																	
해석결과	·기동상단 탄성지진력																																																		
	<table><tr><th rowspan="2">구 분</th><th colspan="2">교 축 방 향</th><th colspan="2">교 축 직 각 방 향</th></tr><tr><th>전단력 (ton)</th><th>모멘트 (t-m)</th><th>전단력 (ton)</th><th>모멘트 (t-m)</th></tr><tr><td>교 각 1</td><td>70.451</td><td>451.905</td><td>76.856</td><td>984.297</td></tr><tr><td>교 각 2</td><td>46.038</td><td>361.956</td><td>82.833</td><td>1312.942</td></tr><tr><td>교 각 3</td><td>55.807</td><td>468.663</td><td>114.055</td><td>1926.262</td></tr><tr><td>교 각 4</td><td>70.019</td><td>600.877</td><td>102.992</td><td>1787.519</td></tr><tr><td>교 각 5</td><td>97.033</td><td>727.401</td><td>104.636</td><td>1551.124</td></tr><tr><td>교 각 6</td><td>71.402</td><td>522.863</td><td>98.080</td><td>1424.416</td></tr><tr><td>교 각 7</td><td>51.776</td><td>370.402</td><td>91.292</td><td>1304.945</td></tr><tr><td>교 각 8</td><td>52.411</td><td>365.301</td><td>73.643</td><td>1042.885</td></tr></table>	구 분	교 축 방 향		교 축 직 각 방 향		전단력 (ton)	모멘트 (t-m)	전단력 (ton)	모멘트 (t-m)	교 각 1	70.451	451.905	76.856	984.297	교 각 2	46.038	361.956	82.833	1312.942	교 각 3	55.807	468.663	114.055	1926.262	교 각 4	70.019	600.877	102.992	1787.519	교 각 5	97.033	727.401	104.636	1551.124	교 각 6	71.402	522.863	98.080	1424.416	교 각 7	51.776	370.402	91.292	1304.945	교 각 8	52.411	365.301	73.643	1042.885	
	구 분		교 축 방 향		교 축 직 각 방 향																																														
		전단력 (ton)	모멘트 (t-m)	전단력 (ton)	모멘트 (t-m)																																														
	교 각 1	70.451	451.905	76.856	984.297																																														
	교 각 2	46.038	361.956	82.833	1312.942																																														
	교 각 3	55.807	468.663	114.055	1926.262																																														
	교 각 4	70.019	600.877	102.992	1787.519																																														
	교 각 5	97.033	727.401	104.636	1551.124																																														
	교 각 6	71.402	522.863	98.080	1424.416																																														
교 각 7	51.776	370.402	91.292	1304.945																																															
교 각 8	52.411	365.301	73.643	1042.885																																															
·기동하단 탄성지진력																																																			
<table><tr><th rowspan="2">구 분</th><th colspan="2">교 축 방 향</th><th colspan="2">교 축 직 각 방 향</th></tr><tr><th>전단력 (ton)</th><th>모멘트 (t-m)</th><th>전단력 (ton)</th><th>모멘트 (t-m)</th></tr><tr><td>교 각 1</td><td>78.522</td><td>1877.144</td><td>94.862</td><td>1175.446</td></tr><tr><td>교 각 2</td><td>54.320</td><td>1584.990</td><td>97.220</td><td>1523.974</td></tr><tr><td>교 각 3</td><td>66.388</td><td>2073.237</td><td>131.406</td><td>2205.801</td></tr><tr><td>교 각 4</td><td>84.633</td><td>2686.692</td><td>120.242</td><td>2060.319</td></tr><tr><td>교 각 5</td><td>108.524</td><td>3081.849</td><td>118.794</td><td>1784.383</td></tr><tr><td>교 각 6</td><td>79.540</td><td>2202.403</td><td>112.377</td><td>1643.646</td></tr><tr><td>교 각 7</td><td>58.996</td><td>1582.010</td><td>106.098</td><td>1514.784</td></tr><tr><td>교 각 8</td><td>59.407</td><td>1554.972</td><td>89.479</td><td>1231.911</td></tr></table>	구 분	교 축 방 향		교 축 직 각 방 향		전단력 (ton)	모멘트 (t-m)	전단력 (ton)	모멘트 (t-m)	교 각 1	78.522	1877.144	94.862	1175.446	교 각 2	54.320	1584.990	97.220	1523.974	교 각 3	66.388	2073.237	131.406	2205.801	교 각 4	84.633	2686.692	120.242	2060.319	교 각 5	108.524	3081.849	118.794	1784.383	교 각 6	79.540	2202.403	112.377	1643.646	교 각 7	58.996	1582.010	106.098	1514.784	교 각 8	59.407	1554.972	89.479	1231.911		
구 분		교 축 방 향		교 축 직 각 방 향																																															
	전단력 (ton)	모멘트 (t-m)	전단력 (ton)	모멘트 (t-m)																																															
교 각 1	78.522	1877.144	94.862	1175.446																																															
교 각 2	54.320	1584.990	97.220	1523.974																																															
교 각 3	66.388	2073.237	131.406	2205.801																																															
교 각 4	84.633	2686.692	120.242	2060.319																																															
교 각 5	108.524	3081.849	118.794	1784.383																																															
교 각 6	79.540	2202.403	112.377	1643.646																																															
교 각 7	58.996	1582.010	106.098	1514.784																																															
교 각 8	59.407	1554.972	89.479	1231.911																																															

16.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

16.2.8 주변환경 및 하중변화

대운천교는 울산광역시 울주군 온양읍 운화리에 위치하고 대운천(S4) 및 대운상대길(S6, S7)을 횡단하는 교량이며, 하부에는 생활체육시설이 S6 경간을 점용하고 있는 것으로 확인되었다.

FMS(시설물통합정보관리시스템 fms.or.kr) 및 관리주체인 부산울산고속도로(주)에 보관된 준공관련자료를 검토한 결과 준공시 고려되었던 하중 이외의 추가하중은 없는 상태이며, 방호벽 상단에 방음벽이 설치되어 있다. 향후 본 교량에 부속시설 설치시 그에 따른 구조검토를 실시하여 하중변화에 따른 교량의 안정성을 확보하여야 할 것이다.

또한, 준공도면 및 기 실시되었던 점검자료를 검토한 결과 준공시와 점검일현재의 교량 주변 현황의 변화는 없는 것으로 검토되었다.



【사진 16.2.1】 주변환경 및 하중변화 전경

16.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 16.2.4】 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

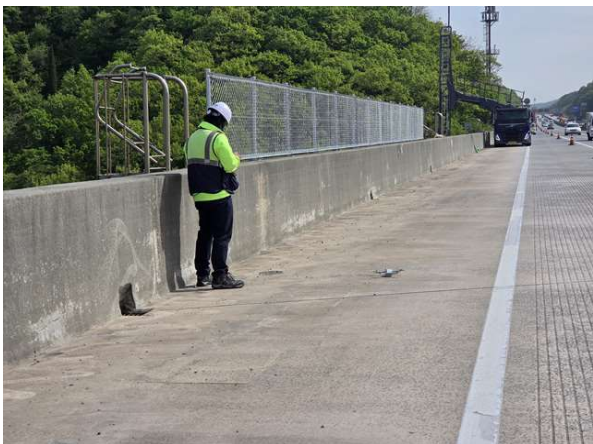
구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 지반조사보고서 - 각종계산서 - 공사시방서 - 준공내역서 - 준공도면 - 실시설계보고서 - 기타 특이사항 보고서 - 사고기록 등	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영(발주처협의) ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
유 지 관 리 자 료	◇ 전차 성능평가 보고서 ◇ 전차 정밀안전점검 및 안전점검 보고서 ◇ 사고기록 ◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템(FMS) 및 전차 점검보고서 - 보수 및 점검이력	◇ 부재별 증점손상 - 바닥판 파손 - 거더 배부름 - 가로보 균열부백태 - 교대 균열 - 교각 박리, 파손, 재료분리 - 교면포장 마모, 파손, 박리 - 교량받침 탄성패드 밀림, 들뜸 - 신축이음 고무재 열화 및 하부누수 - 배수시설 배수관 연결부 누수 ◇ 배수로 균열보수(하자)	◇ 전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 보수부 상태 확인

16.3 현장조사

16.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 도보 및 사다리, 굴절작업차, 드론을 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인 및 제거를 실시하였다.

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S9	도보 및 굴절작업차, 드론	2025.03.24.~2025.12.17.	
			
도보점검 작업전경		굴절작업차 작업전경	
			
드론 작업전경		비파괴시험	

【사진 16.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

16.3.2 현장조사 결과

가. 바닥판하면

1) 부재의 개요

- 대운천교(울산)은 PSC Beam Girder 9경간으로 이루어져 있으며, 연장은 약 L=315.0m 폭 15.75m로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 16.3.2】 바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 16.3.1】 바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m²/개소)		백태 (m²/개소)		파손 (m²/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—	—	—
S2	1.50	1	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	—	—	—	—
S5	2.30	2	3.75	2	0.30	1	—	—
S6	—	—	—	—	—	—	0.03	3
S7	—	—	—	—	—	—	—	—
S8	—	—	—	—	—	—	—	—
S9	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	3.80	3	3.75	2	0.30	1	0.03	3

			
손상현황	• S5 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S5 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S5 망상균열(1.5m×1.5m)	손상현황	• S5 망상균열(1.5m×1.5m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S5 백태(0.1m×3.0m)	손상현황	• S6 파손(0.1m×0.1m)
원 인	• 교량접합부 외부 우수유입 등	원 인	• 내구성조사시험
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 단면보수

【사진 16.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 파손 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 외부 우수유입 및 습기흡착에 의한 백태 등의 손상이 추가로 조사되었으며, 정밀조사로 인한 망상균열 손상의 물량이 소폭 감소하였다.

【표 16.3.2】 바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	3.80	3	3.80	3	- -	변동없음
	망상균열	m ²	4.50	2	3.75	2	▼ 0.75	정밀조사
	파손	m ²	0.03	3	0.03	3	- -	변동없음
	백태	m ²	-	-	0.30	1	▲ 0.30	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화, 외부 우수유입 및 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 바닥판하면 S6에 발생하였으며, 손상발생 이전 점검에서 내구성조사시험(탄산화 깊이 및 염화물침투량 측정)을 실시하여 발생한 손상으로 내구성확보 차원의 단면 보수 등 적절한 조치가 필요할 것으로 사료된다.

나. PSC Beam Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 PSC Beam Girder는 7열 9경간, 연장은 약 L=310.0m 폭 16.2m(편도 3차로)로 시공되었다.
- 거더에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 16.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 현장조사 결과, 박리, 박락, 배부름 등의 손상이 조사되었다.

【표 16.3.3】 거더 현장조사 결과

구분	배부름 (㎡/개소)		박리 (㎡/개소)		박락 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—
S2	0.12	1	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	—	—
S4	—	—	0.03	1	0.04	1
S5	—	—	—	—	—	—
S6	—	—	—	—	0.02	1
S7	—	—	—	—	0.06	3
S8	—	—	—	—	—	—
S9	—	—	—	—	—	—
합계	0.12	1	0.03	1	0.12	5

			
손상현황	• S2-G5 배부름(0.2m×0.5m)	손상현황	• S4-G5 박락(0.2m×0.2m)
원 인	• 시공초기 거푸집 고정볼량 등	원 인	• 시공초기 다짐미흡 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S6-G2 박락(0.2m×0.1m)	손상현황	• S7-G3 박락(0.2m×0.1m)
원 인	• 시공초기 다짐미흡 등	원 인	• 시공초기 다짐미흡 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 단면보수
			
손상현황	• S8-G3 상태양호	손상현황	• S9-G2 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 16.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 배부름의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 시공초기 다짐미흡 및 공용중 차량통행으로 지속적인 진동으로 인한 박리, 박락 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 16.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	배부름	m ²	0.12	1	0.12	1	— —	변동없음
	박리	m ²	—	—	0.03	1	▲ 0.03	신규손상
	박락	m ²	—	—	0.12	5	▲ 0.12	신규손상

4) 검토의견

- 거더에서 조사된 배부름의 경우 거더 S2-G4 하면에 발생하였고, 시공초기 거푸집고정미흡, 타설불량, 다짐미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 우려를 미칠만한 손상은 아니며, 주기적인 점검을 통하여 해당 손상의 영향으로 인한 신규손상의 추가적인 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 박리, 박락의 경우 거더 S4-G5, S6-G2, S7-G3,6,7(P3, P6측) 단부에 발생하였으며, 시공초기 다짐미흡 및 공용기간 증가로 인한 반복적인 차량통행 진동 등에 의한 손상으로 유추되며, 구조적인 손상은 아니나 손상의 위치상 신축이음하부 측에 발생하여 추후 우수 유입이 우려되는바 내구성 및 단면 확보차원의 단면보수 등 적절한 조치가 필요할 것으로 사료된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 철근콘크리트로 설치되어 있다.
- 가로보에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 16.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 균열부백태 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

【표 16.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열부백태 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	2.00	1	—	—
S3	—	—	—	—
S4	—	—	—	—
S5	—	—	—	—
S6	—	—	—	—
S7	—	—	0.20	2
S8	—	—	—	—
S9	—	—	—	—
합계	2.00	1	0.20	2

			
손상현황	• S2 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S2 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S7 균열부백태(0.1m×0.2m)	손상현황	• S7 균열부백태(0.1m×0.2m)
원 인	• 손상부 습기흡착 등	원 인	• 손상부 습기흡착 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S4 상태양호	손상현황	• S9 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 16.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열부백태 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 건조수축 및 온도변화로 인한 균열(0.3mm미만) 등의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 16.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	균열부백태	m ²	0.20	2	0.20	2	— —	변동없음
	균열(0.3mm미만)	m	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상

4) 검토의견

- 가로보에서 조사된 균열(0.3mm미만), 균열부백태의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 손상부 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 표면처리 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교대는 A1, A2 역T형 강관말뚝기초로 시공되어있다.
- 교대에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 16.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대 A1, A2에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 백태 등의 손상이 조사되었다.

【표 16.3.7】 교대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)	
A1	2.60	4	0.09	1
A2	2.40	3	—	—
합계	5.00	7	0.09	1

			
손상현황	• A1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A1 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A1 백태(0.3m×0.3m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 신축이음 하부 우수유입 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• A2 균열(0.3mm미만)	손상현황	• A2 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 16.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만)이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 손상부 우수유입 및 습기흡착으로 인한 백태가 추가로 조사되었다.

【표 16.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	5.00	7	5.00	7	— —	변동없음
	백태	m ²	—	—	0.09	1	▲ 0.09	신규손상

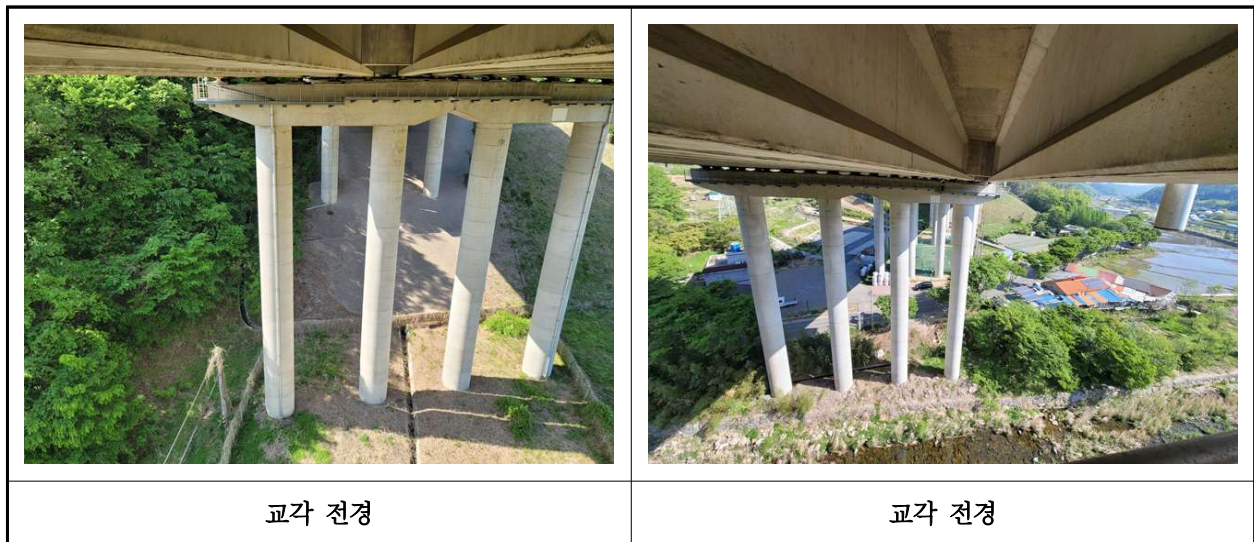
4) 검토의견

- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만), 백태의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화, 신축이음 하부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전방지 및 내구성 확보차원의 표면처리 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 교각은 π 형 구조형식으로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초로 시공되었다.
- 교각에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론으로 근접조사를 실시하였다.



【사진 16.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 현장조사 결과, 균열 및 재균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태, 파손, 재료분리, 표면오염, 체수흔적, 폐콘크리트 적치, 실링재 파손 등의 손상이 조사되었다.

【표 16.3.9】 교각 현장조사 결과

구분	균열 및 재균열 (0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m²/개소)		균열부백태 (m²/개소)		파손 (m²/개소)		재료분리 (m²/개소)	
P1	0.70	1	—	—	—	—	—	—	—	—
P2	8.90	21	—	—	—	—	—	—	—	—
P3	7.90	11	2.00	1	—	—	—	—	—	—
P4	8.40	14	—	—	0.10	1	—	—	—	—
P5	1.70	4	—	—	—	—	0.04	1	0.20	1
P6	15.00	17	0.64	1	—	—	—	—	—	—
P7	12.10	16	2.50	1	—	—	0.12	3	—	—
P8	8.70	1	6.00	1	—	—	—	—	—	—
합계	63.40	101	11.14	4	0.10	1	0.16	4	0.20	1

【표 16.3.9】 교각 현장조사 결과(계속)

구분	표면오염 (㎡/개소)		체수흔적 (㎡/개소)		폐콘크리트 적치 (㎡/개소)		실링재 파손 (m/개소)	
P1	—	—	—	—	—	—	1.20	1
P2	—	—	—	—	—	—	—	—
P3	17.10	5	—	—	0.25	1	—	—
P4	—	—	—	—	—	—	—	—
P5	—	—	—	—	—	—	—	—
P6	23.00	8	8.00	5	0.80	1	—	—
P7	—	—	—	—	—	—	—	—
P8	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	40.10	14	8.00	5	1.05	2	1.20	1



손상현황 • P1 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인 • 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안 • 표면처리



손상현황 • P1 코핑부 실링재 파손(L=1.2m)
원 인 • 공용기간 증가 등
조치방안 • 주의관찰

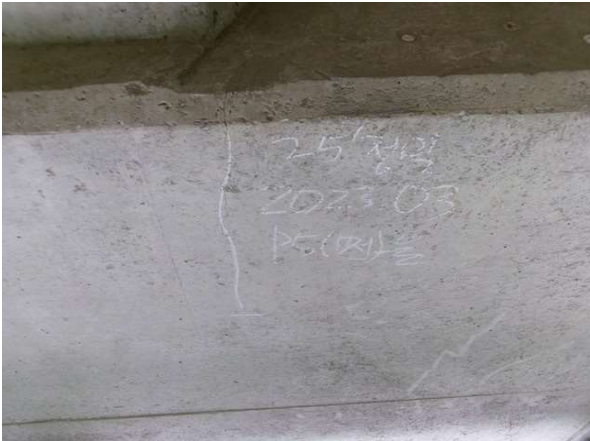


손상현황 • P2 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인 • 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안 • 표면처리

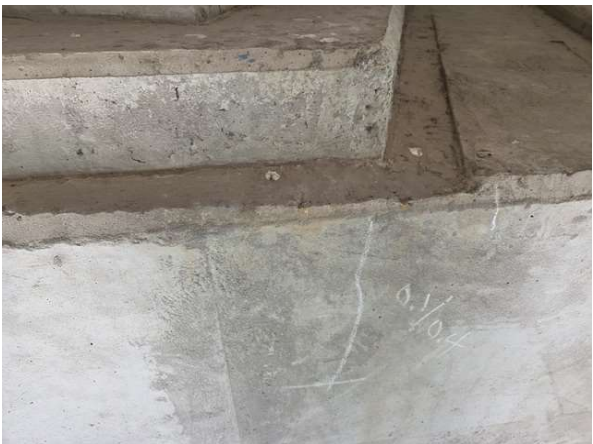


손상현황 • P2 코핑부 보수부 재균열(0.3mm미만)
원 인 • 보수미흡 등
조치방안 • 표면처리

【사진 16.3.11】 교각 손상현황

			
손상현황	• P3 코핑부 표면오염(1.0m×1.5m)	손상현황	• P4 코핑부 마감재 박리 -보수-
원 인	• 외부 우수유입, 외기노출, 열화 등	원 인	• -
조치방안	• 표면처리	조치방안	• -
			
손상현황	• P5 코핑부 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P6 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P6 코핑부 망상균열(0.8m×0.8m)	손상현황	• P6 코핑부 폐콘크리트 적치(1.0m×0.8m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 시공초기 정리미흡 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰

【사진 16.3.11】 교각 손상현황(계속)

			
손상현황	• P6 코핑부 표면오염(0.5m×3.0m)	손상현황	• P7 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인	• 신축이음 하부 우수유입 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P7 코핑부 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P8 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P8 코핑부 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P8 코핑부 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 16.3.11】 교각 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 균열 및 재균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태, 파손, 재료분리, 체수흔적, 표면오염, 페콘크리트 적치, 실링재 파손 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 거푸집 조기탈거, 건조수축, 외부 우수유입 등에 의한 균열(0.3mm미만), 표면오염 등의 손상이 추가로 조사되었으며, 일부 균열(0.3mm미만) 및 망상균열, 박리에 대한 일부 보수가 실시된 것으로 확인되었다. 또한 균열부백태 손상의 경우 기존 길이 단위에서 면적 단위로 변경하여 손상물량에 대한 차이가 발생하였다.

【표 16.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열 및 재균열(0.3mm미만)	m	63.70	102	63.40	101	▼ 0.30	일부보수
	망상균열	m ²	20.74	4	11.14	4	▼ 9.60	일부보수
	균열부백태	m ²	0.40	1	0.10	1	▼ 0.30	단위변경
	박리	m ²	0.04	1	—	—	▼ 0.04	보수실시
	파손	m ²	0.16	4	0.16	4	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
	표면오염	m ²	39.60	13	40.10	14	▲ 0.70	신규손상
	체수흔적	m ²	8.00	5	8.00	5	— —	변동없음
	페콘크리트 적치	m ²	1.05	2	1.05	2	— —	변동없음
	실링재 파손	m	1.20	1	1.20	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교각에서 조사된 균열 및 재균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태, 표면오염의 경우 건조 수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거, 손상부 습기흡착, 외부 우수유입, 공용기간 증가 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 파손, 재료분리 의 경우 기 점검시 내구성조사 잔재, 시공초기 다짐불량 및 미흡 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 실링재 파손의 경우 교각 P01 코핑부 대운천교(부산)과 대운천교(울산) 사이에 발생한 손상으로 해당 시설물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아니므로 즉각적인 조치를 취하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 폐콘크리트 퇴적의 경우 시공초기 상부구조 및 신축이음 타설시 정리 미흡에 의한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 체수흔적의 경우 교각 P06 코핑부에 발생하여 신축이음 하부 누수로 인한 손상으로 판단되며, 점검 당시 신축이음 하부에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되어 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 체수로의 손상 재발생 여부를 확인하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

바. 기초

1) 부재의 개요

- 대운천교(울산)의 기초는 교대 A1,2 강관파일기초, 교각 P1~8 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

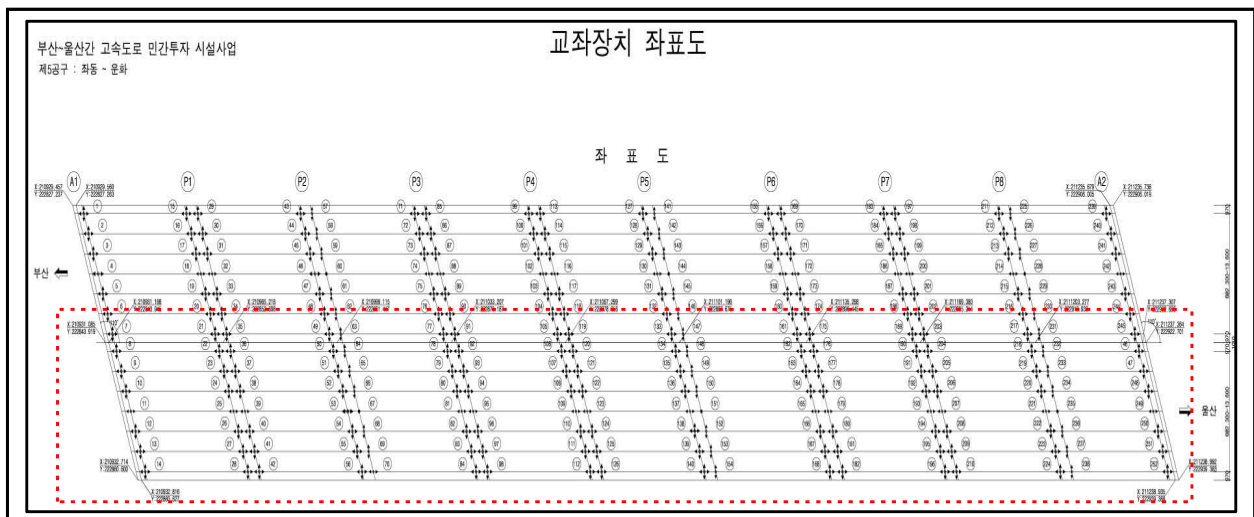
	
교대 A1 기초 전경	교대 A2 기초 전경
	
교각 P1 기초 전경	교각 P2~3 기초 전경
	
교각 P4~5 기초 전경	교각 P7~8 기초 전경

【사진 16.3.12】 기초 전경

사. 교량받침

1) 부재의 개요

- 공용중 상부구조에서 발생한 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.
- 본 교량의 교량받침은 포트받침으로 교대 A1, A2에 각 7개소, 교각 P1~8에 각 14개소 총 126개소가 설치되어있다.
- 교량받침 상세현황 사진은 부록 ‘현장조사 및 외관조사 사진첩’에 수록하였다.
- 교량받침에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차로 근접조사를 실시하였다.



【그림 16.3.1】 교량받침 배치도



【사진 16.3.13】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 현장조사 결과, 탄성패드 들뜸, 탄성패드 밀림, Plate 부식, 몰탈균열(0.3mm 미만) 및 망상균열, 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 스토퍼 밀착 등의 손상이 조사되었다.

【표 16.3.11】 교량받침 현장조사 결과

구분	탄성패드 들뜸 (개소/개소)		탄성패드 밀림 (개소/개소)		받침콘크리트 (0.3mm미만) (m²/개소)		몰탈균열 (0.3mm미만) (m/개소)		몰탈 망상균열 (m²/개소)		Plate 부식 (개소/개소)		스토퍼 밀착 (개소/개소)	
A1	1.00	1	3.00	3	—	—	0.80	1	—	—	4.00	4	—	—
P1	—	—	—	—	0.30	1	1.10	11	—	—	—	—	—	—
P2	—	—	—	—	—	—	1.40	7	—	—	4.00	4	2.00	2
P3	—	—	5.00	5	—	—	2.60	13	—	—	11.00	11	1.00	1
P4	—	—	—	—	—	—	1.40	7	—	—	—	—	1.00	1
P5	—	—	—	—	—	—	2.60	13	—	—	3.00	3	—	—
P6	—	—	2.00	2	—	—	—	—	0.16	1	10.00	10	1.00	1
P7	—	—	—	—	—	—	0.80	8	—	—	2.00	2	—	—
P8	1.00	1	—	—	0.20	1	0.70	5	—	—	—	—	7.00	7
A2	1.00	1	—	—	—	—	0.60	3	—	—	—	—	—	—
합계	3.00	3	10.00	10	0.50	2	12.00	71	0.16	1	34.00	34	12.00	12

			
손상현황	• A1-SH1 탄성패드 밀림	손상현황	• A1-SH2 탄성패드 들뜸
원 인	• 시공오차 및 마찰력 감소 등	원 인	• 시공오차 및 마찰력 감소 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 16.3.14】 교량받침 손상현황

			
손상현황	• A2-SH7 무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P1-SH2(A2) 반침콘크리트 균열(0.3mm미만)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P2-SH3(A2) 스토퍼 밀착	손상현황	• P2-SH6(A2) Plate 부식
원 인	• 시공오차 등	원 인	• 외기노출, 공용기간 증가 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• P3-SH7(A1) 탄성패드 밀립	손상현황	• P3-SH7(A2) Plate 부식
원 인	• 시공오차 및 마찰력 감소 등	원 인	• 외기노출, 공용기간 증가 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 재도장

【사진 16.3.14】 교량받침 손상현황(계속)

			
손상현황	• P5-SH7(A2) 무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P6-SH7(A1) 몰탈 망상균열(0.8m×0.2m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• P7-SH7(A1) 무수축몰탈 균열(0.3mm미만)	손상현황	• P7-SH7(A2) Plate 부식
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 외기노출, 공용기간 증가 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 재도장
			
손상현황	• P8-SH5(A1) 탄성패드 들뜸	손상현황	• P8-SH7(A2) 스토퍼 밀착
원 인	• 시공오차 및 마찰력 감소 등	원 인	• 시공오차 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 16.3.14】 교량받침 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존손상인 탄성패드 들뜸, 탄성패드 밀림, Plate 부식, 몰탈균열(0.3mm미만) 및 망상균열 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), 스토퍼 밀착 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신축이음 하부 누수로 인한 Plate부식 이 추가로 조사되었으며, 손상명 및 몰탈 오기 등으로 일부 손상물량의 추가로 손상물량이 소폭 증가하였다.

【표 16.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

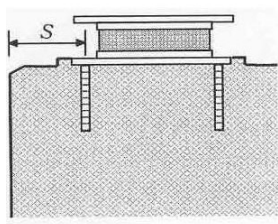
구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	탄성패드 들뜸	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음
	탄성패드 밀림	EA	9.00	9	10.00	10	▲ 1.00	기존누락
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	0.50	2	▲ 0.30	물량오기
	몰탈균열(0.3mm미만)	m	12.30	72	12.00	71	▼ 0.30	물량오기
	몰탈 망상균열	m ²	0.16	1	0.16	1	— —	변동없음
	Plate 부식	EA	33.00	33	34.00	34	▲ 1.00	신규손상
	스토퍼 밀착	EA	11.00	1	12.00	12	▲ 1.00	물량오기

4) 검토의견

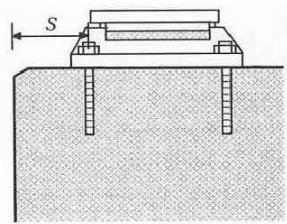
- 교량받침에 조사된 받침콘크리트 및 몰탈 균열(0.3mm미만) 및 망상균열의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 Plate 부식의 경우 공용기간 증가로 인한 도장미흡부 습기흡착, 신축이음 하부 누수로 인한 우수유입 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 재도장 등 적절한 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 탄성패드 밀림, 탄성패드 들뜸, 스토퍼 밀착의 경우 시공초기 거더 거치 및 바닥판 타설시 탄성패드 유동, 플레이트-탄성패드 마찰력부족 및 감소, 시공오차 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 금회 점검 시기에 상기 발생한 손상에 의한 교량받침의 기능성을 저해할만한 영향은 없는 것으로 확인되었으나 추후 손상의 진전(탄성패드 이탈)을 방지하기 위한 스토퍼 설치 등 탄성패드의 밀림 방지책 형식의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료되며, 스토퍼 간섭의 경우 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 ‘도로교설계기준(2010, 국토교통부)’에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침



(b) 강재받침

- 거더의 경간길이 100m 이하
: $S(\text{mm}) = 200 + 5L$
 - 거더의 경간길이 100m 이상
: $S(\text{mm}) = 300 + 4L$
- 여기서, L은 경간길이(m)

【그림 16.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



받침장치 연단거리 측정

받침장치 연단거리 측정

【사진 16.3.15】 교량받침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

- 거더 경간길이(L=35.0m) : $200 + 5 \times 35.0 = 375.0(\text{mm})$

【표 16.3.13】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)							검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	
A1		375.0	525	520	520	510	510	500	505	O.K
P1	A1측	375.0	650	650	650	650	655	650	650	O.K
	A2측	375.0	590	575	590	605	610	600	610	O.K
P2	A1측	375.0	630	625	630	640	635	610	610	O.K
	A2측	375.0	610	600	620	610	615	610	600	O.K
P3	A1측	375.0	640	630	605	590	590	595	580	O.K
	A2측	375.0	530	550	565	580	570	575	560	O.K
P4	A1측	375.0	630	630	630	650	660	655	630	O.K
	A2측	375.0	610	620	615	640	610	615	600	O.K
P5	A1측	375.0	630	635	630	630	630	630	630	O.K
	A2측	375.0	610	615	610	610	605	615	610	O.K
P6	A1측	375.0	580	580	580	570	585	580	580	O.K
	A2측	375.0	600	605	600	610	600	600	600	O.K
P7	A1측	375.0	600	600	595	590	600	585	580	O.K
	A2측	375.0	610	610	600	595	590	600	600	O.K
P8	A1측	375.0	680	650	610	650	670	650	650	O.K
	A2측	375.0	600	650	605	615	650	605	600	O.K
A2		375.0	500	520	510	500	520	520	520	O.K

② 연단거리 검토의견

- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

6) 교량받침 신축거동상태 검토

가동받침은 상부구조의 온도변화, 처짐 콘크리트의 크리프 및 건조수축 등에 의해 생기는 이동량에 대해서 여유를 가져야 한다.

금회 점검에서 교량받침(A1, P3, P6)의 탄성패드 밀림(슬라이딩)이 조사된 받침은 건전한 거동을 하지 않은 것으로 판단하여 온도변화에 의한 여유량 검토에서 제외하고 평가하였다.



【사진 16.3.16】 교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

【표 16.3.14】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분		온도변화 (ΔT , $^{\circ}C$)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
		동절기	하절기			동절기	하절기	
A1		22.2	17.8	0.00001	70.0	15.5	12.5	
P1	A1	22.2	17.8	0.00001	35.0	7.8	6.2	
	A2	22.2	17.8	0.00001	35.0	7.8	6.2	
P2		고정단						
P3	A1	22.2	17.8	0.00001	35.0	7.8	6.2	
	A2	22.2	17.8	0.00001	70.0	15.5	12.5	
P4	A1	22.2	17.8	0.00001	35.0	7.8	6.2	
	A2	22.2	17.8	0.00001	35.0	7.8	6.2	
P5		고정단						
P6	A1	22.2	17.8	0.00001	35.0	7.8	6.2	
	A2	22.2	17.8	0.00001	70.0	15.5	12.5	
P7	A1	22.2	17.8	0.00001	35.0	7.8	6.2	
	A2	22.2	17.8	0.00001	35.0	7.8	6.2	
P8		고정단						
A2		22.2	17.8	0.00001	35.0	7.8	6.2	
1) 조사당시 온도 : 17.2 $^{\circ}C$ (조사일 : 2025년 04월 30일, 평균온도, 울산)								
2) 검토온도 : -5 $^{\circ}C$ ~ 35 $^{\circ}C$ (보통지방)								

【표 16.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	검토결과	
			수축	신장	최대수축	최대신장			
A1	SH1	－	－	－	15.5	12.5	±54	패드 밀림	
	SH2	－	－	－			±54	패드 밀림	
	SH3	5	59	49			±54	O.K	
	SH4	5	59	49			±54	O.K	
	SH5	5	59	49			±54	O.K	
	SH6	5	59	49			±54	O.K	
	SH7	－	－	－			±54	패드 밀림	
P1	A1	SH1	－25	29	7.8	6.2	±54	O.K	
		SH2	－25	29			79	±54	O.K
		SH3	－25	29			79	±54	O.K
		SH4	－25	29			79	±54	O.K
		SH5	－25	29			79	±54	O.K
		SH6	－25	29			79	±54	O.K
		SH7	－25	29			79	±54	O.K
	A2	SH1	－30	24	7.8	6.2	±54	O.K	
		SH2	－30	24			84	±54	O.K
		SH3	－30	24			84	±54	O.K
		SH4	－30	24			84	±54	O.K
		SH5	－30	24			84	±54	O.K
		SH6	－30	24			84	±54	O.K
		SH7	－30	24			84	±54	O.K
P2	고정단								
P3	A1	SH1	－13	41	7.8	6.2	±54	O.K	
		SH2	－13	41			67	±54	O.K
		SH3	－	－			－	±54	패드 밀림
		SH4	－13	41			67	±54	O.K
		SH5	－	－			－	±54	패드 밀림
		SH6	－	－			－	±54	패드 밀림
		SH7	－	－			－	±54	패드 밀림
	A2	SH1	－15	39	15.5	12.5	±54	O.K	
		SH2	－15	39			69	±54	O.K
		SH3	－15	39			69	±54	O.K
		SH4	－15	39			69	±54	O.K
		SH5	－15	39			69	±54	O.K
		SH6	－15	39			69	±54	O.K
		SH7	－15	39			69	±54	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

【표 16.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치			실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	검토결과
				수축	신장	최대수축	최대신장		
P4	A1	SH1	2	56	52	7.8	6.2	±54	O.K
		SH2	2	56	52			±54	O.K
		SH3	2	56	52			±54	O.K
		SH4	2	56	52			±54	O.K
		SH5	2	56	52			±54	O.K
		SH6	2	56	52			±54	O.K
		SH7	2	56	52			±54	O.K
	A2	SH1	-6	48	60	7.8	6.2	±54	O.K
		SH2	-6	48	60			±54	O.K
		SH3	-6	48	60			±54	O.K
		SH4	-6	48	60			±54	O.K
		SH5	-6	48	60			±54	O.K
		SH6	-6	48	60			±54	O.K
		SH7	-6	48	60			±54	O.K
P5		고정단							
P6	A1	SH1	-20	34	74	7.8	6.2	±54	O.K
		SH2	-20	34	74			±54	O.K
		SH3	-20	34	74			±54	O.K
		SH4	-	-	-			±54	패드 밀림
		SH5	-20	34	74			±54	O.K
		SH6	-20	34	74			±54	O.K
		SH7	-	-	-			±54	패드 밀림
	A2	SH1	8	62	46	15.5	12.5	±54	O.K
		SH2	8	62	46			±54	O.K
		SH3	8	62	46			±54	O.K
		SH4	8	62	46			±54	O.K
		SH5	8	62	46			±54	O.K
		SH6	8	62	46			±54	O.K
		SH7	8	62	46			±54	O.K
P7	A1	SH1	10	64	44	7.8	6.2	±54	O.K
		SH2	10	64	44			±54	O.K
		SH3	10	64	44			±54	O.K
		SH4	10	64	44			±54	O.K
		SH5	10	64	44			±54	O.K
		SH6	10	64	44			±54	O.K
		SH7	10	64	44			±54	O.K
	A2	SH1	10	64	44	7.8	6.2	±54	O.K
		SH2	10	64	44			±54	O.K
		SH3	10	64	44			±54	O.K
		SH4	10	64	44			±54	O.K
		SH5	10	64	44			±54	O.K
		SH6	10	64	44			±54	O.K
		SH7	10	64	44			±54	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K									

【표 16.3.15】 교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과(계속)

위치		실측 이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용변위 (mm)	검토결과
			수축	신장	최대수축	최대신장		
P8	고정단							
A2	SH1	30	84	24	7.8	6.2	±54	O.K
	SH2	30	84	24			±54	O.K
	SH3	30	84	24			±54	O.K
	SH4	30	84	24			±54	O.K
	SH5	30	84	24			±54	O.K
	SH6	30	84	24			±54	O.K
	SH7	30	84	24			±54	O.K
주) 판정 : 최대 받침 이동량 ≤ 실측 받침 가동여유량 ⇒ O.K								

② 교량받침 이동량 검토의견

- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

아. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조 수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 A2(No.50) Rail Joint, A1(No.80), P3, P6(No.120) Finger Joint로 시공되어 있다.
- 신축이음장치에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 16.3.17】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

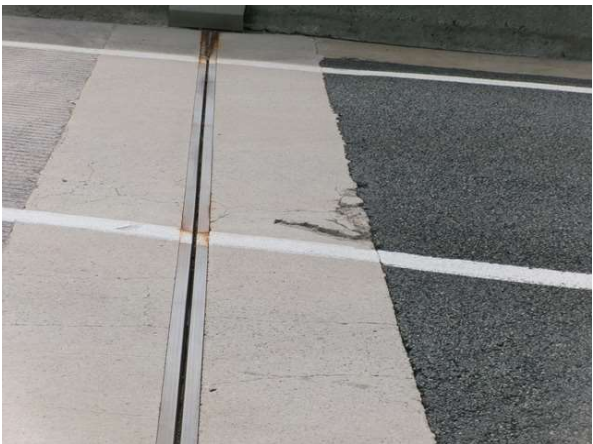
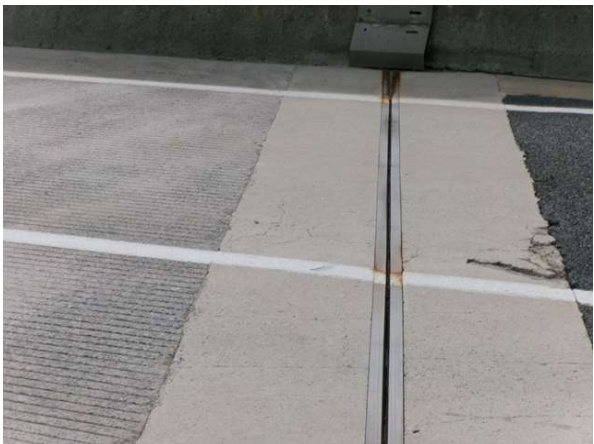
- 신축이음 현장조사 결과, 본체부식, 후타재 균열, 망상균열, 파손, 고무재 열화, 차수판 변형, 볼트탈락, 유간 토사퇴적 등의 손상이 조사되었다.

【표 16.3.16】 신축이음장치 현장조사 결과

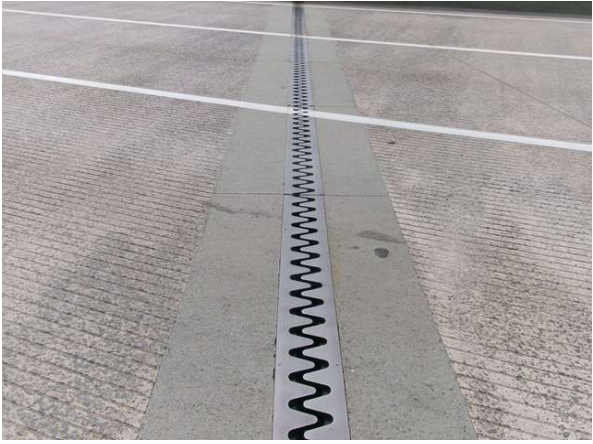
구분	후타재 균열 (m/개소)		후타재 망상균열 (㎡/개소)		후타재 파손 (㎡/개소)		고무재 열화 (m/개소)	
A1 (EXP J1)	4.90	7	—	—	—	—	2.00	1
P3 (EXP J2)	—	—	—	—	—	—	15.00	1
P6 (EXP J3)	3.30	7	—	—	—	—	2.50	1
A2 (EXP J4)	14.40	24	0.54	2	0.20	1	—	—
합계	22.60	38	0.54	2	0.20	1	19.50	3

【표 16.3.16】 신축이음장치 현장조사 결과(계속)

구분	유간 토사퇴적 (m/개소)		차수판 볼트탈락, 누락 (개소/개소)		차수판 변형 (개소/개소)		차수판 연결볼량 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	2.00	1	7.00	7	—	—	2.00	2
P3 (EXP J2)	2.00	1	9.00	9	—	—	1.00	1
P6 (EXP J3)	2.50	1	3.00	3	1.00	1	—	—
A2 (EXP J4)	2.50	1	3.00	3	—	—	—	—
합계	9.00	4	22.00	22	1.00	1	3.00	3

			
손상현황	• A1 고무재 열화(L=2.0m)	손상현황	• A1 고무재 열화(L=2.0m)
원 인	• 공용기간 증가, 열화 등	원 인	• 공용기간 증가, 열화 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A1 유간 토사퇴적(L=2.0m)	손상현황	• A2 후타재 균열(0.3mm미만)
원 인	• 비산먼지퇴적, 공용기간 증가 등	원 인	• 건조수축, 다짐불량 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• A2 후타재 파손(0.4m×0.5m)	손상현황	• A2 후타재 망상균열(0.5m×0.6m)
원 인	• 다짐불량, 차량 통행 반복하중 등	원 인	• 건조수축, 다짐불량 등
조치방안	• 단면보수	조치방안	• 주의관찰

【사진 16.3.18】 신축이음 손상현황

			
손상현황	• P3 고무재 열화(L=15.0m)	손상현황	• P3 고무재 열화(L=15.0m)
원 인	• 공용기간 증가, 열화 등	원 인	• 공용기간 증가, 열화 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• P3 신축이음 하부누수 -보수-	손상현황	• P6 차수판 볼트탈락
원 인	• -	원 인	• 공용기간 증가, 차량 반복통행 진동 등
조치방안	• -	조치방안	• 정비
			
손상현황	• P6 고무재 열화(L=2.5m)	손상현황	• P6 고무재 열화(L=2.5m)
원 인	• 공용기간 증가, 열화 등	원 인	• 공용기간 증가, 열화 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 16.3.18】 신축이음 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 후타재 균열, 망상균열, 파손, 차수판 변형, 연결볼량, 볼트탈락, 누락, 유간 토사퇴적 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 건조수축, 공용기간 증가 등에 의한 후타재 균열, 고무재 열화, 차수판 볼트탈락 등의 손상이 추가로 조사되었다. 또한 기존손상이었던 P3, P6의 신축이음 하부누수에 대한 유도배수관 설치 등의 보수가 실시되었으며, 물량오기로 인한 일부 유간 토사퇴적의 손상물량이 소폭 감소하였다.

【표 16.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열	m	20.00	34	22.60	38	▲ 2.60	신규손상
	후타재 망상균열	m ²	0.54	2	0.54	2	- -	변동없음
	후타재 파손	m ²	0.05	1	0.20	1	▲ 0.15	손상증가
	하부누수	m	8.00	3	-	-	▼ 8.00	보수실시
	고무재 열화	m	17.00	2	19.50	3	▲ 2.50	신규손상
	유간 토사퇴적	m	8.00	4	9.00	4	▲ 1.00	물량오기
	차수판 볼트탈락, 누락	EA	21.00	21	22.00	22	▲ 1.00	신규손상
	차수판 변형	EA	1.00	1	1.00	1	- -	변동없음
	차수판 연결볼량	EA	3.00	3	3.00	3	- -	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에서 조사된 후타재 균열, 망상균열,의 경우 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 차량의 주행성에 영향을 미치는 상태는 아니므로 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시한 후 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 후타재 파손의 경우 외부충격, 시공시 다짐불량, 반복 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 해당 부재의 내구성을 확보하고, 통행자의 안전을 확보하기 위한 단면보수 등의 조치를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 차수판 변형, 연결볼량, 볼트탈락, 누락, 유간 토사퇴적의 경우 외부충격, 시공미흡, 공용기간 증가, 차량의 반복통행 진동 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 신축이음장치의 기능성 확보 및 원활한 배수 기능을 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 고무재 열화의 경우 공용기간 증가, 열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 해당손상의 경우 신축이음 하부 누수로 연계될 수 있는 손상이나 금회 점검에서 신축이음 하부누수 발생 부에 대한 유도배수관 설치 등의 조치가 실시된 것으로 조사되었다. 이에 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 고무재 파손으로의 손상 진전시 고무재 교체 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(-5℃ ~ 35℃(보통지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법	비고																			
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta l_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, Δl_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} - L : 신축보의 길이(mm)																				
소요 신축량	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2025. 04. 23. 기온 적용: 12.5℃(일평균) ΔT(신장시) : 35.0℃-12.5℃ = 22.5℃ ΔT(수축시) : -5.0℃-(12.5℃) = 17.5℃ Δl_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)<table><tr><th colspan="2">교량형식</th><th>보통지방</th><th>한랭지방</th><th>선팽창계수 α (/℃)</th></tr><tr><td rowspan="2">강 교</td><td>상로교</td><td>-10~+40</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td>하로교, 강바닥판교</td><td>-10~+50</td><td>-20~+40</td><td>1.2×10^{-5}</td></tr><tr><td colspan="2">RC, PSC교</td><td>-5~+35</td><td>-15~+35</td><td>1.0×10^{-5}</td></tr></table>	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	
교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)																	
강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
	하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}																	
RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}																	

【사진 16.3.19】 신축이음 유간 측정방법

【표 16.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 (mm)	계산 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기		동절기 (최대 수축시)	하절기 (최대 신장시)	
A1	17.5	22.5	0.00001	70.00	12.3	15.8	—	12.3	15.8	
P3	17.5	22.5	0.00001	105.00	18.4	23.6	—	18.4	23.6	
P6	17.5	22.5	0.00001	105.00	18.4	23.6	—	18.4	23.6	
A2	17.5	22.5	0.00001	35.00	6.1	7.9	—	6.1	7.9	

1) 조사당시 온도 : 12.5℃(조사일 : 2025년 04월 23일, 평균온도, 울산)

2) 검토온도 : -5℃ ~ 35℃(PSCI거더, 보통지방)

3) 활하중에 의한 거더의 처짐에 의한 이동량 : 신축장 100m이상 교량의 경우 수축시에만 고려(도로설계요령, 2010)

【표 16.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간 (mm) ③	허용량 (mm) ④	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	12.3	15.8	30.0	80	37.8	14.3	OK	OK
	바닥판	12.3	15.8	95.0	—	—	79.3	—	OK
	거더	12.3	15.8	210.0	—	—	194.3	—	OK
P3	신축이음	18.4	23.6	51.0	120	50.6	27.4	OK	OK
	바닥판	18.4	23.6	95.0	—	—	71.4	—	OK
	거더	18.4	23.6	544.0	—	—	520.4	—	OK
P6	신축이음	18.4	23.6	51.0	120	50.6	27.4	OK	OK
	바닥판	18.4	23.6	90.0	—	—	66.4	—	OK
	거더	18.4	23.6	520.0	—	—	496.4	—	OK
A2	신축이음	6.1	7.9	14.0	50	29.9	6.1	OK	OK
	바닥판	6.1	7.9	40.0	—	—	32.1	—	OK
	거더	6.1	7.9	42.0	—	—	34.1	—	OK
주) 판정 : $0.0\text{mm} \leq \text{신축 여유량} \leq \text{허용량} \Rightarrow \text{O.K}$									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음장치 유간에 대하여 수축 및 신장 여유량 검토를 실시하였고, 측정일 온도는 12.5℃ (04월 23일)로써 이때 측정유간은 14.0~544mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

자. 교면포장

1) 부재의 개요

- 공용중 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 L.M.C 포장으로 되어있다.
- 교면포장에 대한 현장조사는 도보를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 16.3.20】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 현장조사 결과, LMC 포장균열, 망상균열, 마모, 파손, 표면박리, 패임 등의 손상이 조사되었다.

【표 16.3.20】 교면포장 현장조사 결과

구분	LMC 포장균열 (m/개소)		LMC 망상균열 (m/개소)		LMC 포장마모 (m/개소)		LMC 박리 (m/개소)		LMC 포장파손 (m/개소)		LMC 포장패임 (m/개소)	
S1	9.00	3	43.50	2	—	—	6.00	1	—	—	—	—
S2	4.00	3	59.00	4	—	—	5.00	1	—	—	—	—
S3	—	—	69.00	4	—	—	—	—	—	—	0.01	1
S4	3.50	1	148.50	4	50.00	2	—	—	0.01	1	—	—
S5	6.50	2	127.50	6	—	—	—	—	—	—	—	—
S6	—	—	42.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—
S7	5.00	2	35.00	1	—	—	—	—	—	—	—	—
S8	15.00	4	14.00	1	—	—	10.00	2	—	—	—	—
S9	—	—	—	—	1.50	1	6.00	1	—	—	—	—
합계	43.00	15	538.50	23	51.50	3	27.00	5	0.01	1	0.01	1

			
손상현황	• S1 LMC 포장균열(L=2.0m)	손상현황	• S3 LMC 포장파임
원 인	• 공용기간 증가, 중차량 반복통행 율하중 등	원 인	• 다짐미흡 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S4 LMC 망상균열(7.0m×7.0m)	손상현황	• S4 LMC 포장파손(0.1m×0.1m)
원 인	• 공용기간 증가, 중차량 반복통행 율하중 등	원 인	• 외부충격 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S8 LMC 박리(1.0m×5.0m)	손상현황	• S8 LMC 포장마모(4.0m×3.5m)
원 인	• 다짐미흡, 염화칼슘에 의한 열화 등	원 인	• 공용기간 증가, 중차량 반복통행 율하중 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 16.3.21】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 LMC 포장균열, 망상균열, 마모, 파손, 표면박리 등의 손상이 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 공용기간 증가, 차량통행으로 인한 반복윤하중, 시공시 다짐미흡 등에 의한 LMC 포장균열, 망상균열, 패임, 마모 등의 손상이 추가로 조사되었고, LMC 포장균열, 파손 손상의 손상물량 오기 및 기존누락으로 인하여 손상물량의 증감이 추가로 발생하였다.

【표 16.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	LMC 포장균열	m	28.00	10	43.00	15	▲ 14.00	기존누락 신규손상
	LMC 망상균열	m ²	2.50	2	51.50	3	▲ 49.00	신규손상
	LMC 포장마모	m ²	447.50	20	538.50	23	▲ 91.00	신규손상
	LMC 포장파손	m ²	0.06	1	0.01	1	▼ 0.04	물량오기
	LMC 박리	m ²	27.00	5	27.00	5	— —	변동없음
	LMC 포장패임	m ²	—	—	0.01	1	▲ 0.01	신규손상

4) 검토의견

- 교면포장에서 조사된 포장 균열, 망상균열, 마모, 파손, 박리, 패임의 경우 중차량 반복통행에 의한 윤하중, 공용기간 증가, 공용중 외부충격, 시공시 다짐미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 포장 균열, 망상균열, 마모, 파손, 박리의 경우 1~3차선에 전반적으로 포장 균열, 박리의 경우 갓길에 주로 발생하였다. 금회 조사된 손상의 경우 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 손상은 아니며, 이에 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 전면 재포장 등의 조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

차. 배수시설

1) 부재의 개요

- 대운천교(울산)의 배수시설은 중단구배 (-)1.000%, 횡단구배 (+)2.000%로 물흐름에 의거하여 바닥판하면 하부 배수관을 따라 하부로 배수되도록 시공되어있다.
- 배수시설에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 16.3.22】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 현장조사 결과, 집수구 막힘, 배수관 막힘, 배수관 이음부 누수가 조사되었다.

【표 16.3.22】 배수시설 현장조사 결과

구분	집수구 막힘 (개소/개소)		배수관 막힘 (개소/개소)		배수관 이음부 누수 (개소/개소)	
S1	-	-	-	-	-	-
S2	-	-	-	-	-	-
S3	-	-	-	-	-	-
S4	-	-	-	-	-	-
S5	-	-	-	-	-	-
S6	-	-	-	-	-	-
S7	-	-	-	-	-	-
S8	1.00	1	1.00	1	1.00	1
S9	-	-	-	-	-	-
합계	1.00	1	1.00	1	1.00	1

			
손상현황	• S1 집수구 막힘 -보수-	손상현황	• S2 집수구 막힘 -보수-
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• S8 배수관 막힘	손상현황	• S8 배수관 이음부 누수
원 인	• 공용기간 증가, 비산먼지 퇴적 등	원 인	• 공용기간 증가, 열화 등
조치방안	• 정비	조치방안	• 정비
			
손상현황	• S8 집수구 막힘	손상현황	• S9 배수관 연결불량 -보수-
원 인	• 공용기간 증가, 비산먼지 퇴적 등	원 인	• -
조치방안	• 정비	조치방안	• -

【사진 16.3.23】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 집수구 막힘, 배수관 막힘, 이음부 누수 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상은 조사되지 않았으며, 기존손상인 집수구 막힘 손상에 대한 일부보수가 실시되었다.

【표 16.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	집수구 막힘	EA	5.00	5	1.00	1	▼ 4.00	보수실시
	배수관 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 이음부 누수	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음

4) 검토의견

- 배수시설에서 조사된 집수구 막힘, 배수관 막힘, 이음부 누수의 경우 공용기간 증가, 비산먼지퇴적, 열화, 환경적요인에 의한 손상으로 판단되며, 우천시 차량의 주행성 안전 및 원활한 배수기능을 확보하기 위한 정비 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

카. 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 철근콘크리트 구조로 높이 H=1.08m로 시공되어 있으며, 좌측 방호벽 상단에 방음벽이 설치되어있다.
- 난간 및 연석에 대한 현장조사는 도보 및 굴절작업차, 드론을 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 16.3.24】 방호벽 및 중분대 전경

2) 현장조사 결과

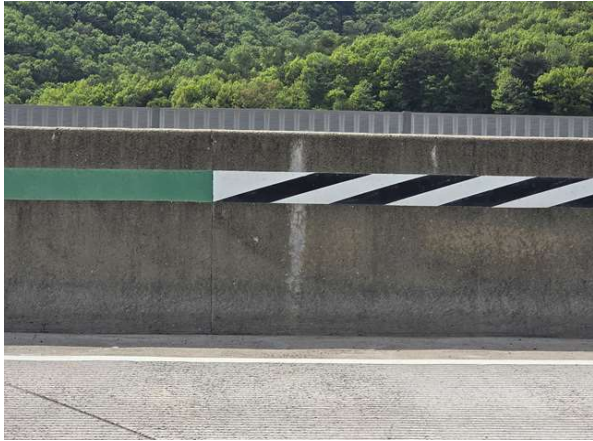
- 방호벽 및 중분대에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태, 백태, 굽힘, 표면오염, 이격, 단차, 녹물흔적, 방음벽 도장탈락, 고정대 볼트부식, 이격 등의 손상이 확인되었다.

【표 16.3.24】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		망상균열 (m²/개소)		균열부백태 (m²/개소)		백태 (m²/개소)		굽힘 (m²/개소)	
S1	—	—	—	—	0.75	3	—	—	—	—
S2	2.40	4	—	—	1.90	8	—	—	1.00	1
S3	9.40	5	—	—	—	—	—	—	—	—
S4	3.00	3	—	—	0.15	1	—	—	—	—
S5	4.50	2	—	—	—	—	1.35	3	—	—
S6	9.00	8	—	—	—	—	0.90	2	—	—
S7	3.60	4	—	—	0.25	1	0.90	3	—	—
S8	28.70	18	0.31	4	—	—	0.60	2	—	—
S9	12.10	14	—	—	0.38	1	0.90	2	—	—
합계	72.70	58	0.31	4	3.43	14	4.65	12	1.00	1

【표 16.3.24】 방호벽 및 중분대 현장조사 결과(계속)

구분	표면오염 (㎡/개소)		이격, 단차 (m/개소)		녹물흔적 (㎡/개소)		방음벽 도장탈락 (㎡/개소)		방음벽 고정대 볼트부식 (개소/개소)		방음벽 이격 (m/개소)	
S1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S3	0.80	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S4	0.48	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S5	0.66	2	—	—	0.20	1	—	—	—	—	—	—
S6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S7	—	—	—	—	0.03	1	0.50	1	34.00	34	—	—
S8	—	—	—	—	—	—	—	—	34.00	34	—	—
S9	0.30	1	2.00	2	—	—	—	—	36.00	36	4.00	4
합계	2.24	11	2.00	2	0.23	2	0.50	1	104.00	104	4.00	4

			
손상현황	• S1 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S2 중분대 표면오염(2.0m×0.5m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 외기노출, 공용기간증가 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S3 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S3 중분대 표면오염(0.2m×0.8m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 외기노출, 공용기간증가 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리

【사진 16.3.25】 방호벽 및 중분대 손상현황

			
손상현황	• S4 중분대 균열(0.3mm미만)	손상현황	• S5 녹물흔적(0.2m×1.0m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 손상부 우수유입, 외기노출 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S5 중분대 백태(0.3m×1.5m)	손상현황	• S5 방음벽 고정대 볼트부식
원 인	• 손상부 우수유입, 습기흡착 등	원 인	• 공용기간 증가, 외기노출, 장기공용 등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S7 방음벽 도장탈락(1.0m×0.5m)	손상현황	• S7 중분대 균열부백태(0.25m×1.0m)
원 인	• 외부충격, 점검문 반복 개폐 등	원 인	• 손상부 습기흡착, 공용기간 증가 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리

【사진 16.3.25】 방호벽 및 중분대 손상현황(계속)

			
손상현황	• S8 방음벽 고정대 볼트부식	손상현황	• S8 균열(0.3mm미만)
원 인	• 공용기간 증가, 외기노출, 장기공용 등	원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 표면처리
			
손상현황	• S8 망상균열(0.3m×0.3m)	손상현황	• S9 접속부 단차(L=1.0m)
원 인	• 건조수축, 거푸집 조기탈거 등	원 인	• 시공초기 지반안정화 침하등
조치방안	• 표면처리	조치방안	• 주의관찰
			
손상현황	• S9 접속부 방음판 이격(L=4.0m)	손상현황	• S9 접속부 이격(L=1.0m)
원 인	• 시공초기 지반안정화 침하등	원 인	• 시공초기 지반안정화 침하등
조치방안	• 주의관찰	조치방안	• 주의관찰

【사진 16.3.25】 방호벽 및 중분대 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과의 비교결과, 기존손상인 균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태, 백태, 표면오염, 굽힘, 이격, 단차 등의 손상이 확인되었고, 금회 점검에서 신규손상으로 손상부 우수유입, 외기 노출 등으로 인한 녹물흔적 등이 추가로 조사되었다. 또한 캐드 도면과 전차보고서와의 물량 비교 결과, 방음벽 손상인 도장탈락, 고정대 볼트부식, 방음벽 이격에 대한 기존 물량 누락, 표면오염 물량오기, 균열부백태 손상의 단위변경 등으로 인한 손상물량의 변동이 확인되었다.

【표 16.3.25】 방호벽 및 중분대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	72.70	58	72.70	58	— —	변동없음
	망상균열	m ²	0.31	4	0.31	4	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	13.70	14	3.43	14	▼ 10.27	단위변경
	백태	m ²	4.65	11	4.65	12	— —	갯수오기
	굽힘	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	표면오염	m ²	5.13	13	2.24	11	▼ 2.89	물량오기
	이격, 단차	m	1.00	1	2.00	2	▲ 1.00	기존누락
	녹물흔적	m ²	—	—	0.23	2	▲ 0.23	기존누락 신규손상
	방음벽 도장탈락	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	기존누락
	방음벽 고정대 볼트부식	EA	—	—	104.00	104	▲ 104.00	기존누락
	방음벽 이격	m	—	—	4.00	4	▲ 4.00	기존누락

4) 검토의견

- 방호벽에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태, 백태, 표면오염, 녹물흔적의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 온도변화, 손상부 우수유입, 외기노출, 공용기간 증가 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 여부를 확인하는유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 이격, 단차, 굽힘, 방음벽 도장탈락, 고정대 볼트부식, 이격의 경우 시공초기 지반안정화에 대한 침하, 외부충격, 공용기간 증가, 외기노출, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 해당 시설물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 확인되었다. 특히 이격, 단차의 경우 시공초기에 발생한 손상으로 유추되고, 포장부 단차 등 주행성에 영향을 미칠만한 추가적인 손상이 조사되지 않아 발생한 타 손상들과 같이 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

타. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 대운천교(울산)의 점검통로는 교량 상면 갓길을 이용하여 출입가능하며, A1~2에 철근콘크리트 재질의 점검계단이, P1~8에 강재+알루미늄 재질의 점검통로가 전·배면 2면에 각 브라켓 당 $\phi 19$ Set앵커 6개씩이 설치된 것으로 설계·시공된 것으로 확인 되었다.



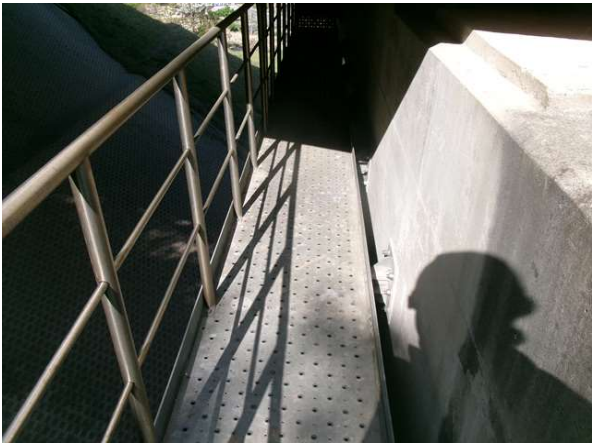
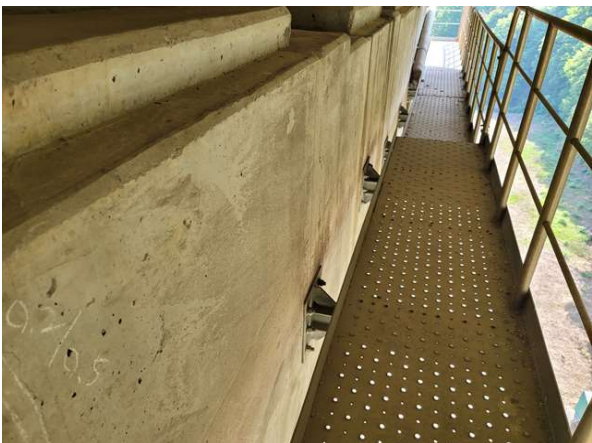
【사진 16.3.26】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

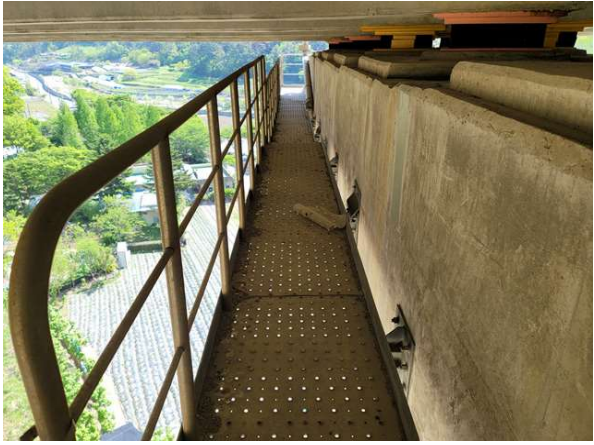
- 교량 점검시설에 대한 현장조사 결과, 발판부식의 손상이 조사되었으며, 용접상태, 앵커매립 깊이는 양호한 상태로 확인되었다.

【표 16.3.26】 교량 점검시설 현장조사 결과

구분	발판부식 (개소/개소)	
A1	—	—
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
P4	—	—
P5	—	—
P6	—	—
P7	1.00	1
P8	—	—
A2	—	—
합계	1.00	1

			
손상현황	• P7 점검로 발판부식	손상현황	• P7 점검로 발판부식
원 인	• 외부 우수유입, 공용기간 증가, 열화 등	원 인	• 외부 우수유입, 공용기간 증가, 열화 등
조치방안	• 교체	조치방안	• 교체
			
손상현황	• P1 점검시설 상태양호	손상현황	• P2 점검시설 볼트체결 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -
			
손상현황	• P3 점검시설 볼트체결 상태양호	손상현황	• P3 점검시설 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 16.3.27】 교량 점검시설 손상현황

			
손상현황	• P4 점검시설 상태양호	손상현황	• P6 점검시설 상태양호
원 인	• -	원 인	• -
조치방안	• -	조치방안	• -

【사진 16.3.27】 교량 점검시설 손상현황(계속)

3) 기 점검 결과 비교

- 전회 점검과 비교결과, 기존에 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었으며, 금회 점검에서 신규손상으로 공용기간 증가, 외부 우수유입으로 인한 발판부식의 손상이 추가로 조사되었다.

【표 16.3.27】 교량 점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 점검시설	발판부식	EA	-	-	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

4) 검토의견

- 교량 점검시설에서 조사된 발판부식의 경우 외부 우수유입, 공용기간 증가, 열화 등에 의한 손상으로 사용자 및 점검자의 안전을 위한 교체 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

파. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 방호벽, 교량 점검시설”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로포장

공중이 이용하는 부위 중 도로포장은 “현장조사 결과 - 교면포장”에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 도로부 신축이음부

공중이 이용하는 부위 중 도로부 신축이음부는 “현장조사 결과 - 신축이음장치”에 기입된 사항으로 대체하였다.

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

하. 교량의 공중이용시설 유해·위험요인(10대) 위험요소 점검결과

1) 개요

- 공중이용시설의 중대시민재해 유발 가능성이 높은 유해·위험요소를 선정하여 집중관리 함으로써 국민의 안전을 도모한다.

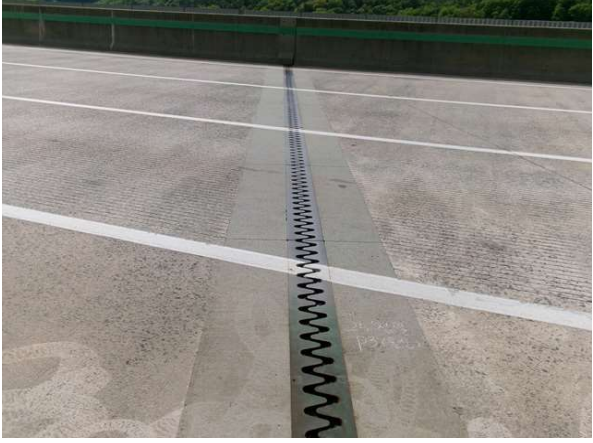
【표 16.3.28】 공중이용시설 10대 위험요소

구분	유해·위험요인	비고
낙하물	① 교각 코핑 콘크리트 탈락 ② 중분대 하면 콘크리트 낙하 ③ 배수관 낙하사고 ④ 고드름 낙하사고	
화재	⑤ 주유소 및 충전소 화재사고	
교량접속부 파손	⑥ 신축이음장치 솟음(Blow-up)	
포장불량	⑦ 교면포장 부분보수부 파손	
배수시설 기능저하	⑧ 교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	
사면붕괴	⑨ 절토사면·옹벽 표면 손상	
콘크리트 열화	⑩ 터널 배수구 뚜껑파손	

2) 외관조사 결과

- 본 과업대상 대운천교(울산)은 대운천(S4) 및 대운상대길(S6, S7)을 횡단하는 교량이다.
- 중대시민재해를 유발할 수 있는 위험요소로 낙하물, 교량접속부 파손, 포장불량, 배수시설 기능저하 등 항목이 해당된다.
- 공중이용시설 10대 위험요소 중 교량에 해당하는 항목에 대한 점검결과, 배수시설에서 배수관 이음부 누수(S8)이 조사되었으나, 통행차량 및 통행인 이용하지 않는 나대지로 중대시민재해 사고가 우려되는 이상징후는 발견되지 않아 중대한 결함은 없는 것으로 조사되었다.
- 점검일 현재는 중대결함이 없는 비교적 양호한 상태이지만 향후, 소형결함으로도 재해 발생 가능성이 있으므로 유해·위험요인이 있는 취약시설물에 대한 중점관리 및 예방 차원의 보수·보강 등의 유지관리가 필요하다.

구분	유해·위험요인	점검결과	내용	보수방안	비고
1	교량 교각 코핑 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
2	중분대 하면 콘크리트 탈락	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
3	배수관 낙하사고	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
4	고드름 낙하사고	☒ 유, ☐ 무	배수관 이음부 누수(경미)	정비	
5	신축이음장치 솟음(Blow-up)	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
6	교면포장 부분 보수부 파손	☐ 유, ☒ 무	이상없음	—	
7	교량 집수구 막힘(미끄럼·결빙)	☒ 유, ☐ 무	배수구, 배수관 막힘(경미)	정비	

	
배수관 고정상태 양호	배수시설 S8 배수관 이음부 누수(경미)
	
신축이음 상태양호	
	
교면포장 상태양호	교량 집수구 막힘(경미)

【사진 16.3.28】 교량의 공중이용시설 10대 위험요소 손상현황

16.3.3 외관조사 총괄표

【표 16.3.29】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	3.80	3	
	망상균열	m ²	3.75	2	
	파손	m ²	0.03	3	
	백태	m ²	0.30	1	
거더	배부름	m ²	0.12	1	
	박리	m ²	0.03	1	
	박락	m ²	0.12	5	
가로보	균열부백태	m ²	0.20	2	
	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	
교대	균열(0.3mm미만)	m	5.00	7	
	백태	m ²	0.09	1	
교각	균열 및 재균열(0.3mm미만)	m	63.40	101	
	망상균열	m ²	11.14	4	
	균열부백태	m ²	0.10	1	
	파손	m ²	0.16	4	
	재료분리	m ²	0.20	1	
	표면오염	m ²	40.10	14	
	채수흔적	m ²	8.00	5	
	폐콘크리트 적치	m ²	1.05	2	
	실링재 파손	m	1.20	1	
교량받침	탄성패드 들뜸	EA	3.00	3	
	탄성패드 밀림	EA	10.00	10	
	반침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.50	2	
	물탈균열(0.3mm미만)	m	12.00	71	
	물탈 망상균열	m ²	0.16	1	
	Plate 부식	EA	34.00	34	
	스토퍼 밀착	EA	12.00	12	

【표 16.3.29】손상내용 총괄표(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
신축이음	후타재 균열	m	22.60	38	
	후타재 망상균열	m ²	0.54	2	
	후타재 파손	m ²	0.20	1	
	고무재 열화	m	19.50	3	
	유간 토사퇴적	m	9.00	4	
	차수판 볼트탈락, 누락	EA	22.00	22	
	차수판 변형	EA	1.00	1	
	차수판 연결불량	EA	3.00	3	
교면포장	LMC 포장균열	m	43.00	15	
	LMC 망상균열	m ²	51.50	3	
	LMC 포장마모	m ²	538.50	23	
	LMC 포장파손	m ²	0.01	1	
	LMC 박리	m ²	27.00	5	
	LMC 포장패임	m ²	0.01	1	
배수시설	집수구 막힘	EA	1.00	1	
	배수관 막힘	EA	1.00	1	
	배수관 이음부 누수	EA	1.00	1	
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	72.70	58	
	망상균열	m ²	0.31	4	
	균열부백태	m ²	3.43	14	
	백태	m ²	4.65	12	
	긁힘	m ²	1.00	1	
	표면오염	m ²	2.24	11	
	이격, 단차	m	2.00	2	
	녹물흔적	m ²	0.23	2	
	방음벽 도장탈락	m ²	0.50	1	
	방음벽 고정대 볼트부식	EA	104.00	104	
	방음벽 이격	m	4.00	4	
교량 점검시설	발판부식	EA	1.00	1	

16.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 16.3.30】손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	m	3.80	3	3.80	3	— —	변동없음
	망상균열	m ²	4.50	2	3.75	2	▼ 0.75	정밀조사
	파손	m ²	0.03	3	0.03	3	— —	변동없음
	백태	m ²	—	—	0.30	1	▲ 0.30	신규손상
거더	배부름	m ²	0.12	1	0.12	1	— —	변동없음
	박리	m ²	—	—	0.03	1	▲ 0.03	신규손상
	박락	m ²	—	—	0.12	5	▲ 0.12	신규손상
가로보	균열부백태	m ²	0.20	2	0.20	2	— —	변동없음
	균열(0.3mm미만)	m	—	—	2.00	1	▲ 2.00	신규손상
교대	균열(0.3mm미만)	m	5.00	7	5.00	7	— —	변동없음
	백태	m ²	—	—	0.09	1	▲ 0.09	신규손상
교각	균열 및 채균열(0.3mm미만)	m	63.70	102	63.40	101	▼ 0.30	일부보수
	망상균열	m ²	20.74	4	11.14	4	▼ 9.60	일부보수
	균열부백태	m ²	0.40	1	0.10	1	▼ 0.30	단위변경
	박리	m ²	0.04	1	—	—	▼ 0.04	보수실시
	파손	m ²	0.16	4	0.16	4	— —	변동없음
	재료분리	m ²	0.20	1	0.20	1	— —	변동없음
	표면오염	m ²	39.60	13	40.10	14	▲ 0.70	신규손상
	체수흔적	m ²	8.00	5	8.00	5	— —	변동없음
	폐콘크리트 적치	m ²	1.05	2	1.05	2	— —	변동없음
	실링재 파손	m	1.20	1	1.20	1	— —	변동없음
교량받침	탄성패드 들뜸	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음
	탄성패드 밀림	EA	9.00	9	10.00	10	▲ 1.00	기존누락
	반침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	0.50	2	▲ 0.30	물량오기
	몰탈균열(0.3mm미만)	m	12.30	72	12.00	71	▼ 0.30	물량오기
	몰탈 망상균열	m ²	0.16	1	0.16	1	— —	변동없음
	Plate 부식	EA	33.00	33	34.00	34	▲ 1.00	신규손상
	스토퍼 밀착	EA	11.00	1	12.00	12	▲ 1.00	물량오기

【표 16.3.30】손상물량 비교표(계속)

구분	손상 내용	단위	2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축 이음	후타재 균열	m	20.00	34	22.60	38	▲ 2.60	신규손상
	후타재 망상균열	m ²	0.54	2	0.54	2	— —	변동없음
	후타재 파손	m ²	0.05	1	0.20	1	▲ 0.15	손상증가
	하부누수	m	8.00	3	—	—	▼ 8.00	보수실시
	고무재 열화	m	17.00	2	19.50	3	▲ 2.50	신규손상
	유간 토사퇴적	m	8.00	4	9.00	4	▲ 1.00	물량오기
	차수판 볼트탈락, 누락	EA	21.00	21	22.00	22	▲ 1.00	신규손상
	차수판 변형	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	차수판 연결불량	EA	3.00	3	3.00	3	— —	변동없음
교면 포장	LMC 포장균열	m	28.00	10	43.00	15	▲ 14.00	기존누락 신규손상
	LMC 망상균열	m ²	2.50	2	51.50	3	▲ 49.00	신규손상
	LMC 포장마모	m ²	447.50	20	538.50	23	▲ 91.00	신규손상
	LMC 포장파손	m ²	0.06	1	0.01	1	▼ 0.04	물량오기
	LMC 박리	m ²	27.00	5	27.00	5	— —	변동없음
	LMC 포장패임	m ²	—	—	0.01	1	▲ 0.01	신규손상
배수 시설	집수구 막힘	EA	5.00	5	1.00	1	▼ 4.00	보수실시
	배수관 막힘	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	배수관 이음부 누수	EA	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	72.70	58	72.70	58	— —	변동없음
	망상균열	m ²	0.31	4	0.31	4	— —	변동없음
	균열부백태	m ²	13.70	14	3.43	14	▼ 10.27	단위변경
	백태	m ²	4.65	11	4.65	12	— —	갯수오기
	긁힘	m ²	1.00	1	1.00	1	— —	변동없음
	표면오염	m ²	5.13	13	2.24	11	▼ 2.89	물량오기
	이격, 단차	m	1.00	1	2.00	2	▲ 1.00	기존누락
	녹물흔적	m ²	—	—	0.23	2	▲ 0.23	기존누락 신규손상
	방음벽 도장탈락	m ²	—	—	0.50	1	▲ 0.50	기존누락
	방음벽 고정대 볼트부식	EA	—	—	104.00	104	▲ 104.00	기존누락
	방음벽 이격	m	—	—	4.00	4	▲ 4.00	기존누락
교량 점검 시설	발판부식	EA	—	—	1.00	1	▲ 1.00	신규손상

16.4 콘크리트 내구성 조사

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2024. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

16.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 16.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 50m 마다	• 50m 마다	7	7	7	8	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		2	1	2	2	

주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 고소점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 콘크리트 강도시험은 외관상 양호한 부위와 건전부와의 비교·검토를 위하여 불량한 부위를 선정하여 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

16.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 15개소)을 실시하였으며, 측정결과는 표준편차와 변동계수가 적은 값으로 콘크리트 비파괴강도를 추정하는데 이용하였다.



【사진 16.4.2】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 16.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S1	바닥판	52.4	30.5	29.8	0.63	27.0	건전부
	S2	바닥판	52.4	30.5	29.8			건전부
	S3	바닥판	52.1	30.3	29.6			건전부
	S4	바닥판	52.2	30.5	29.7			건전부
	S5	바닥판	52.2	30.4	29.7			건전부
	S7	바닥판	52.0	30.3	29.6			건전부
	S9	바닥판	51.9	30.2	29.6			건전부
평균			—	30.4	29.7			
표준편차			—	0.12	0.09			
변동계수			—	0.004	0.003			
최대값			—	30.5	29.8			
최소값			—	30.2	29.6			

【표 16.4.3】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	45.3	24.9	26.6	0.63	24.0	건전부
	A2	교대	45.7	25.2	26.8			건전부
평균			—	25.1	26.7	—	—	
표준편차			—	0.21	0.14	—	—	
변동계수			—	0.008	0.005	—	—	
최대값			—	25.2	26.8	—	—	
최소값			—	24.9	26.6	—	—	

【표 16.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교각)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	P1	교각	45.7	25.2	26.8	0.63	24.0	건전부
	P2	교각	45.6	25.1	26.7			건전부
	P3	교각	45.3	24.9	26.6			건전부
	P4	교각	45.1	24.7	26.5			건전부
	P6	교각	44.9	24.6	26.4			비건전부
	P8	교각	44.9	24.5	26.4			건전부
평균			—	24.8	26.6	—	—	
표준편차			—	0.28	0.16	—	—	
변동계수			—	0.011	0.006	—	—	
최대값			—	25.2	26.8	—	—	
최소값			—	24.5	26.4	—	—	

【표 16.4.5】 비파괴강도 시험결과 분석

시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회					
바닥판	29.6	~ 29.8	27.0	29.7	109.6 ~ 110.4	
교대	26.6	~ 26.8	24.0	26.7	110.8 ~ 111.7	
교각	26.4	~ 26.8	24.0	26.6	110.0 ~ 111.7	

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 29.6~29.8MPa, 하부구조(교대) 26.6~26.8MPa, 하부구조(교각) 26.4~26.8MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 98.2%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

2) 기 점검결과와의 비교

【표 16.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위치	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판	27.9 ~ 29.0	29.6 ~ 29.8	27.0
	교대	26.7 ~ 27.2	26.6 ~ 26.8	24.0
	교각	26.1 ~ 27.6	26.4 ~ 26.8	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계기준강도를 전반적으로 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 판단된다.		

3) 반발경도 시험보고서

【표 16.4.7】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 04. 23 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	대운천교(울산)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판 하면 : 27.0MPa, 교대 및 교각 : 24.0MPa
시험 위치의 표면 상태	건전부 : 균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거) 비건전부 : 균열, 박리 등이 있는 불량한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	14.2℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.



【사진 16.4.3】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

【표 16.4.8】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	경과년수	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 (년)	평가등급	비 고
상부 구조	S3 바닥판	6.0	46.0	40.0	17	0.36	100년 이상	a	
	S7 바닥판	3.0	46.0	43.0	17	0.73	100년 이상	a	
하부 구조	P2 교각	3.5	75.0	71.5	17	0.85	100년 이상	a	
	P8 교각	5.5	101.0	95.5	17	1.33	100년 이상	a	

- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0~6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 3.5~5.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 16.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	3.0~6.0	40.0~43.0	
하부구조	3.5~5.5	71.5~95.5	

2) 시설물 내구성 예측 서비스를 활용한 내구성 예측

국토안전관리원에서 시행하고있는 시설물 내구성 예측 서비스를 활용하여 공용년수 증가에 따른 탄산화의 향후 추이를 예측해 보았다. 대운천교(울산)의 상하부 구조를 대상으로 내구성 예측 서비스를 활용하여 100년 후 탄산화 깊이 및 탄산화 속도계수를 예측하였으며, 그 결과는 아래 표와 같다.

【표 16.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측

상부구조 - 바닥판 S3	
실측 피복두께(mm)	46.0
탄산화 진행깊이(mm)	6.0
잔여깊이(mm)	40.0
탄산화 속도계수	1.46
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a

(40)

A (탄산화 속도 계수)

1.45521

(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

탄산화 등급

상부구조 - 바닥판 S7	
실측 피복두께(mm)	46.0
탄산화 진행깊이(mm)	3.0
잔여깊이(mm)	43.0
탄산화 속도계수	0.73
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급

a

(43)

A (탄산화 속도 계수)

0.72761

(mm/year0.5)

등급 산정 기준

등급	a	b	c	d
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하

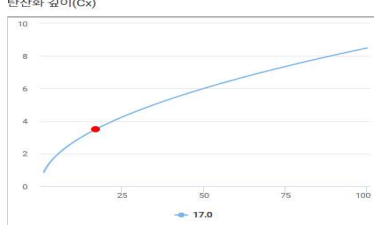
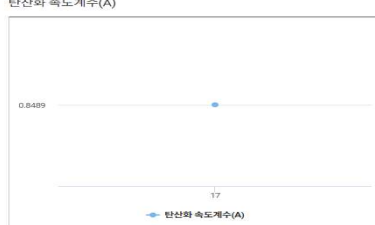
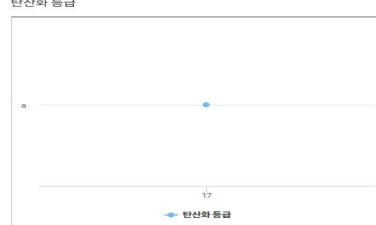
탄산화 깊이(Cx)

탄산화 속도계수(A)

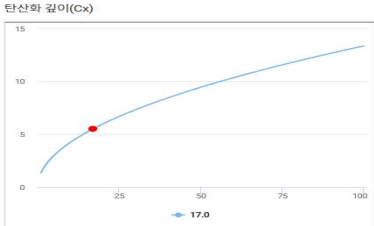
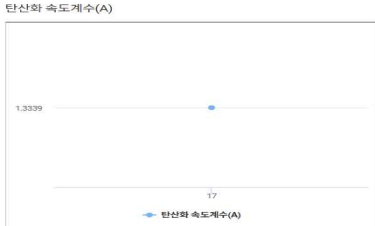
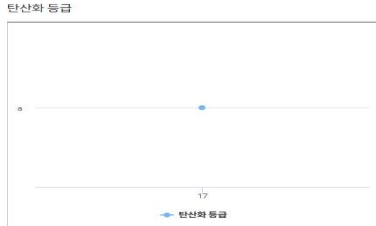
탄산화 등급

【표 16.4.10】 탄산화 시험에 의한 내구성 예측(계속)

하부구조 - 교각 P2	
실측 피복두께(mm)	75.0
탄산화 진행깊이(mm)	3.5
잔여깊이(mm)	71.5
탄산화 속도계수	0.85
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (71.5)	0.84888 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										
												

하부구조 - 교각 P8	
실측 피복두께(mm)	101.0
탄산화 진행깊이(mm)	5.5
잔여깊이(mm)	95.5
탄산화 속도계수	1.33
공용년수	17년
잔존수명	100년 이상
평가	a

탄산화 등급	A (탄산화 속도 계수)	등급 산정 기준										
a (95.5)	1.33395 (mm/year0.5)	<table><tr><td>등급</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>탄산화 잔여깊이</td><td>30mm 이상</td><td>10mm 이상 30mm 미만</td><td>0mm 이상 10mm 미만</td><td>0mm 이하</td></tr></table>	등급	a	b	c	d	탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하
등급	a	b	c	d								
탄산화 잔여깊이	30mm 이상	10mm 이상 30mm 미만	0mm 이상 10mm 미만	0mm 이하								
탄산화 깊이(Cx)	탄산화 속도계수(A)	탄산화 등급										
												

3) 기 점검결과와의 비교

【표 16.4.11】탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2023년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	1.2~3.4	30.8~37.0	a	3.0~6.0	40.0~43.0	a	
하부구조	4.1~6.2	80.9~112.7	a	3.5~5.5	71.5~95.5	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 시험 위치에 따른 편차로 인해 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

4) 시험보고서

【표 16.4.12】탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2025년 04월 23일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	상부구조, 하부구조
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	보고서 ‘콘크리트 강도시험’ 참조
연한 적자색 변색 유무	유

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 16.4.13】 금회 점검 내구성조사 결과요약

시 험 명	시험부위		시험 결과		비 고
			측정결과	설계기준	
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	29.6 ~ 29.8	27.0	■ 전반적으로 설계강도 이상(양호)
	하부구조	교대	26.6 ~ 26.8	24.0	
		교각	26.4 ~ 26.8	24.0	
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		40.0~43.0	a등급	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 확보 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
	하부구조		71.5~95.5	a등급	
종합 평가	• 콘크리트 강도는 전반적으로 설계강도 이상으로 양호한 상태로 평가됨 • 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성은 없는 상태임				

라. 기 점검결과와 비교

【표 16.4.14】 기 점검결과와 비교

시 험 명	시험부위		시험 결과				비 고
			2023년 정밀안전점검		2025년 정밀안전점검		
비파괴 강도 (MPa)	상부구조	바닥판하면	27.9 ~ 29.0		29.6 ~ 29.8		■ 강도저하 없음
	하부구조	교대	26.7 ~ 27.2		26.6 ~ 26.8		
		교각	26.1 ~ 27.6		26.4 ~ 26.8		
탄산화 잔여깊이 (mm)	상부구조		30.8~37.0	a	40.0~43.0	a	■ 탄산화에 의한 내구성 저하 가능성 없음
	하부구조		80.9~112.7	a	71.5~95.5	a	
종합 평가	• 기 점검결과와 비교 검토한 결과 공용년수 증가에 의한 구조물의 내구성 저하는 발생하지 않은 상태로 평가됨						

16.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편 -2024. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

16.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 수행한 결과, 구조물에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 상태로서 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 ‘B등급’으로 산정되었다.

부재별 손상에 대한 상태평가 상세 내용은 ‘부록. 상태평가 결과 자료’에 수록하였다.

1) 대운천교(울산) 상태평가 결과표

【표 16.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	PSC Beam	a	a	a	b	a	b	c	c	b	q	—	—
S2	P1	PSC Beam	b	a	b	c	a	b	—	b	b	q	—	—
S3	P2	PSC Beam	a	a	a	c	a	b	—	b	b	q	a	a
S4	P3	PSC Beam	a	b	a	d	a	b	c	c	b	q	—	—
S5	P4	PSC Beam	b	a	a	c	a	b	—	b	c	q	—	—
S6	P5	PSC Beam	b	b	a	b	a	b	—	b	b	q	—	—
S7	P6	PSC Beam	b	b	b	b	a	b	c	c	c	q	a	—
S8	P7	PSC Beam	a	a	a	b	c	b	—	b	b	q	—	—
S9	P8	PSC Beam	a	a	a	b	a	b	—	c	b	q	—	a
	A2	PSC Beam							c	c	b	q		—
평균			0.144	0.133	0.122	0.322	0.133	0.200	0.400	0.300	0.240	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.026	0.027	0.006	0.023	0.004	0.004	0.036	0.027	0.048	—	0.004	0.003
													0.207	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.207) < 0.260$

나. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태인 “b”로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

② 도로포장

포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태 “b” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태 “b” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○ 신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○ 신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○ 신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○ 신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○ 신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○ 신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	○ 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○ 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○ 결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 16.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결합도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결합도점수 X 연장비
대운천교(울산)	0.207	B	315.00	3	945.00	1.000	0.207
합계(Σ)			315.00	3	945.00	1.000	0.207
1. 평가지수 =							0.207
2. 상태평가결과 =							B

16.5.2 상태평가 결과요약

【표 16.5.3】 상태평가 결과 요약

구조물명	상태평가 결과		비고
	환산결합도점수	기준	
대운천교(울산)	0.207	B	
검토의견	•대운천교(울산)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B” 로 평가됨		

16.5.3 기 점검 결과와의 비교

【표 16.5.4】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

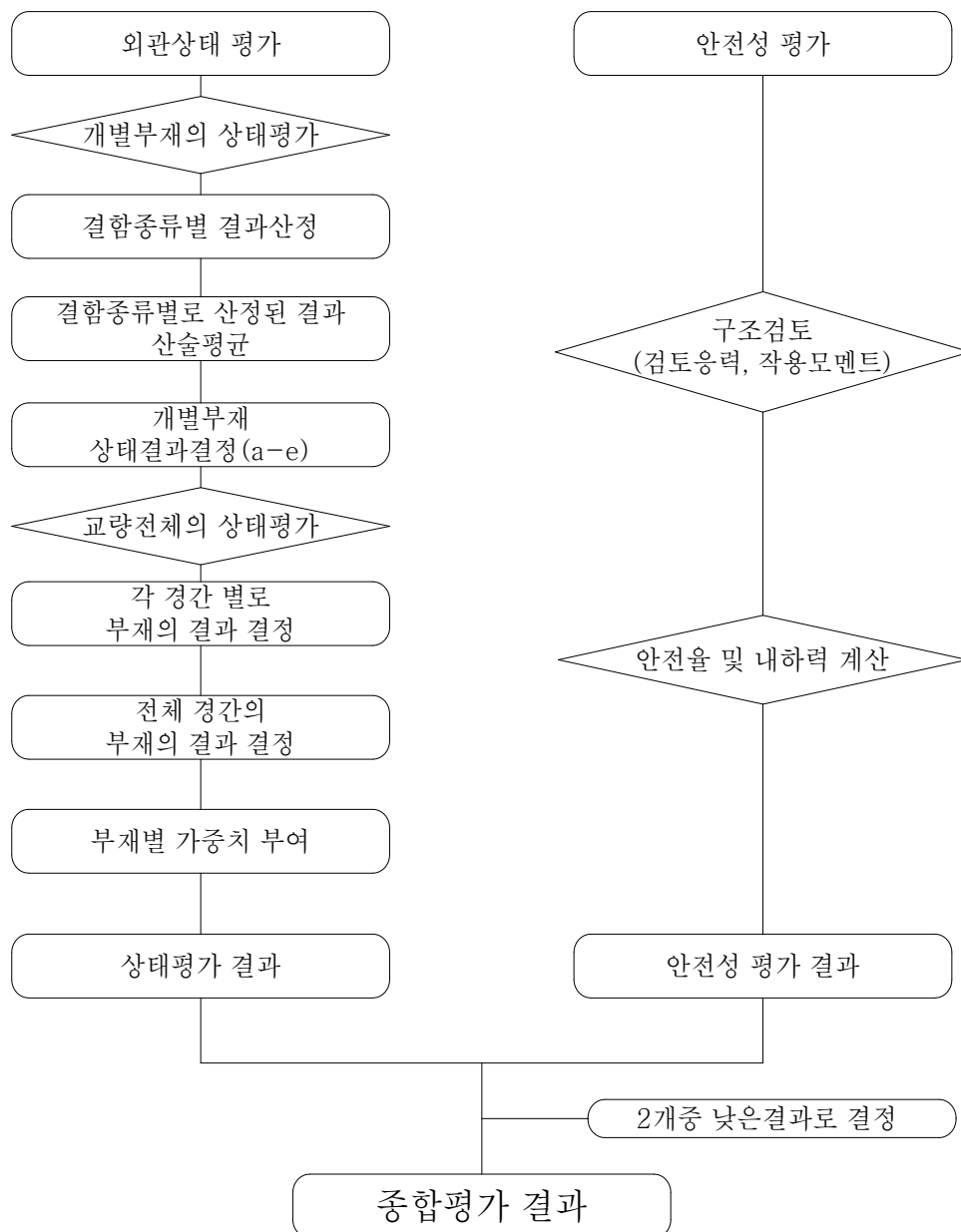
구 분	2023년 정밀안전점검	2025년 정밀안전점검
환산결합도 점수	0.191	0.207
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 대운천교(울산)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결합도 점수가 0.191에서 0.207로 0.016 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결합도 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 주요부재 및 보조부재에 대한 신규손상의 발생에 의하여 전체 환산결합도 점수가 증가한 것으로 판단된다.	

16.6 종합평가 및 안전등급 지정

16.6.1 종합평가 결과 산정방법

외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 16.6.1】 종합평가 결과 산정절차

16.6.2 종합평가 결과

본 과업에서는 안전성평가를 실시하지 않았으므로, 외관조사 및 시험에 의한 상태평가 결과를 검토하여 종합평가 결과는 “B” 로 평가되었다.

【표 16.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S · F	기준	
대운천교(울산)	0.207	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

16.6.3 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급” 으로 지정하였다.

【표 16.6.2】 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

16.7 보수·보강 및 유지관리방안

16.7.1 보수·보강 방안

【표 16.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm미만)	m	3.80	3	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	3.75	2	표면처리	3순위
	파손	m ²	0.03	3	단면보수	2순위
	백태	m ²	0.30	1	표면처리	2순위
거더	배부름	m ²	0.12	1	주의관찰	—
	박리	m ²	0.03	1	단면보수	3순위
	박락	m ²	0.12	5	단면보수	3순위
가로보	균열부백태	m ²	0.20	2	표면처리	3순위
	균열(0.3mm미만)	m	2.00	1	표면처리	3순위
교대	균열(0.3mm미만)	m	5.00	7	표면처리	3순위
	백태	m ²	0.09	1	표면처리	2순위
교각	균열 및 재균열(0.3mm미만)	m	63.40	101	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	11.14	4	표면처리	3순위
	균열부백태	m ²	0.10	1	표면처리	2순위
	파손	m ²	0.16	4	단면보수	2순위
	재료분리	m ²	0.20	1	단면보수	2순위
	표면오염	m ²	40.10	14	표면처리	3순위
	체수흔적	m ²	8.00	5	주의관찰	—
	페콘크리트 적치	m ²	1.05	2	주의관찰	—
	실링재 파손	m	1.20	1	주의관찰	—
교량받침	탄성패드 들뜸	EA	3.00	3	주의관찰	—
	탄성패드 밀림	EA	10.00	10	주의관찰	—
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.50	2	표면처리	3순위
	몰탈균열(0.3mm미만)	m	12.00	71	표면처리	3순위
	몰탈 망상균열	m ²	0.16	1	표면처리	3순위
	Plate 부식	EA	34.00	34	재도장	2순위
	스토퍼 밀착	EA	12.00	12	주의관찰	—

【표 16.7.1】 손상별 보수·보강 방안(계속)

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
신축이음	후타재 균열	m	22.60	38	주의관찰	—
	후타재 망상균열	m ²	0.54	2	주의관찰	—
	후타재 파손	m ²	0.20	1	단면보수	1순위
	고무재 열화	m	19.50	3	주의관찰	—
	유간 토사퇴적	m	9.00	4	정비	2순위
	차수판 볼트탈락, 누락	EA	22.00	22	정비	3순위
	차수판 변형	EA	1.00	1	정비	3순위
	차수판 연결볼량	EA	3.00	3	정비	3순위
교면포장	LMC 포장균열	m	43.00	15	주의관찰	—
	LMC 망상균열	m ²	51.50	3	주의관찰	—
	LMC 포장마모	m ²	538.50	23	주의관찰	—
	LMC 포장파손	m ²	0.01	1	주의관찰	—
	LMC 박리	m ²	27.00	5	주의관찰	—
	LMC 포장패임	m ²	0.01	1	주의관찰	—
배수시설	집수구 막힘	EA	1.00	1	정비	2순위
	배수관 막힘	EA	1.00	1	정비	2순위
	배수관 이음부 누수	EA	1.00	1	정비	2순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	m	72.70	58	표면처리	3순위
	망상균열	m ²	0.31	4	표면처리	3순위
	균열부백태	m ²	3.43	14	표면처리	3순위
	백태	m ²	4.65	12	표면처리	3순위
	긁힘	m ²	1.00	1	주의관찰	—
	표면오염	m ²	2.24	11	표면처리	3순위
	이격, 단차	m	2.00	2	주의관찰	—
	녹물흔적	m ²	0.23	2	표면처리	3순위
	방음벽 도장탈락	m ²	0.50	1	주의관찰	—
	방음벽 고정대 볼트부식	EA	104.00	104	주의관찰	—
	방음벽 이격	m	4.00	4	주의관찰	—
교량받침	탄성패드 들뜸	EA	3.00	3	주의관찰	—
교량 점검시설	발판부식	EA	1.00	1	정비	1순위

16.7.2 개략공사비

【표 16.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	보수물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(0.3mm미만)	표면처리	3.80	1.43	m²	299	426	3순위
	망상균열	표면처리	3.75	5.63	m²	299	1,682	3순위
	파손	단면보수	0.03	0.05	m²	1,152	52	2순위
	백태	표면처리	0.30	0.45	m²	299	135	2순위
거더	박리	단면보수	0.03	0.05	m²	1,152	52	3순위
	박락	단면보수	0.12	0.18	m²	1,152	207	3순위
가로보	균열부백태	표면처리	0.20	0.30	m²	187	56	3순위
	균열(0.3mm미만)	표면처리	2.00	3.00	m	187	561	3순위
교대	균열(0.3mm미만)	표면처리	5.00	7.50	m	250	1,875	3순위
	백태	표면처리	0.09	0.14	m²	250	34	2순위
교각	균열 및 재균열(0.3mm미만)	표면처리	63.40	95.10	m	250	23,775	3순위
	망상균열	표면처리	11.14	16.71	m²	250	4,178	3순위
	균열부백태	표면처리	0.10	0.15	m²	250	38	2순위
	파손	단면보수	0.16	0.24	m²	960	230	2순위
	재료분리	단면보수	0.20	0.30	m²	960	288	2순위
	표면오염	표면처리	40.10	60.15	m²	250	15,038	3순위
교량받침	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	표면처리	0.50	0.75	m	250	188	3순위
	몰탈균열(0.3mm미만)	표면처리	12.00	18.00	m	250	4,500	3순위
	몰탈 망상균열	표면처리	0.16	0.24	m²	250	60	3순위
	Plate 부식	재도장	34.00	51.00	EA	415	21,165	2순위
신축이음	후타재 파손	단면보수	0.20	0.30	m²	960	288	1순위
	유간 토사퇴적	정비	9.00	13.50	m	8	108	2순위
	차수판 볼트탈락, 누락	정비	22.00	33.00	EA	8	264	3순위
	차수판 변형	정비	1.00	1.50	EA	8	12	3순위
	차수판 연결볼량	정비	3.00	4.50	EA	8	36	3순위
	배수시설	정비	1.00	1.50	EA	184	276	2순위
배수시설	집수구 막힘	정비	1.00	1.50	EA	184	276	2순위
	배수관 막힘	정비	1.00	1.50	EA	184	276	2순위
	배수관 이음부 누수	정비	1.00	1.50	EA	184	276	2순위
방호벽 및 중분대	균열(0.3mm미만)	표면처리	72.70	109.05	m	250	27,263	3순위
	망상균열	표면처리	0.31	0.47	m²	250	116	3순위
	균열부백태	표면처리	3.43	5.15	m²	250	1,286	3순위
	백태	표면처리	4.65	6.98	m²	250	1,744	3순위
	표면오염	표면처리	2.24	3.36	m²	250	840	3순위
	녹물흔적	표면처리	0.23	0.35	m²	250	86	3순위
교량 점검시설	발판부식	정비	1.00	1.50	EA	422	633	1순위
개략 공사비 (천원)	구분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	921		22,877		84,244		
	재경비 (순공사비의 50%)	461		11,439		42,122		
	합계	1,382		34,316		126,366		
개략공사비 총계(천원)		162,063						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)으로 산출하였음.

16.7.3 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 16.7.3】 중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• 교면포장 손상여부 점검(주행성 중심) • 기존 손상 진전 및 보수여부 확인
방호벽	• 방호벽 및 방음벽 손상여부 점검 • 기존 손상 진전 및 보수여부 확인
배수시설	• 배수구 막힘 여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전 및 보수여부 확인
바닥판	• 바닥판하면 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전 및 보수여부 확인
거더 및 가로보	• 거더 및 가로보 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전 및 보수여부 확인
교량받침	• 교량받침 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전 및 보수여부 확인 • 이동 여유량 지속적 관리
신축이음장치	• 신축이음 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전 및 보수여부 확인 • 이동 여유량 지속적 관리
하부구조	• 하부구조 손상여부 점검(발생여부 점검) • 기존 손상 진전 및 보수여부 확인

◎ 부재별 중점점검 손상

① 바닥판하면 S5 백테 - 진전 여부확인	② 거더 S4 박락 - 진전 여부확인	③ 교량받침 A1 탄성패드 밀림 - 진전 여부확인
← 부 산 울 산 → (S1)(S2)(S3)(S4)(S5)(S6)(S7)(S8)(S9) (A1)(P1)(P2)(P3)(P4)(P5)(P6)(P7)(P8)(A2)		
④ 교량받침 P8 탄성패드 들뜸 - 진전 여부확인	⑤ 신축이음 A2 후타재 파손 - 진전 여부확인	⑥ 교량 점검시설 발판부식 - 진전 여부확인

16.8 종합결론

본 시설물은 울산광역시 울주군 온양읍 운화리 산 137-1에 위치한 교량으로 총 연장 315.0m, 폭 15.75m의 PSC Beam Girder 교량으로, 2008년도에 준공되어 약 17년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

16.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판하면

- 바닥판하면에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태의 경우 건조수축 및 거푸집 조기탈거, 온도변화, 외부 우수유입 및 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 부재의 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 파손의 경우 바닥판하면 S6에 발생하였으며, 손상발생 이전 점검에서 내구성조사시험을 실시하여 발생한 손상으로 내구성확보 차원의 단면보수 등 적절한 조치가 필요할 것으로 사료된다.

2) PSC Beam Girder

- 거더에서 조사된 배부름의 경우 거더 S2-G4 하면에 발생하였고, 시공초기 거푸집고정미흡, 타설불량, 다짐미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 우려를 미칠만한 손상은 아니며, 주기적인 점검을 통하여 해당 손상의 영향으로 인한 신규손상의 추가적인 발생여부를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.
- 조사된 박리, 박락의 경우 거더 S4-G5, S6-G2, S7-G3,6,7(P3, P6측) 단부에 발생하였으며, 시공초기 다짐미흡 및 공용기간 증가로 인한 반복적인 차량통행 진동 등에 의한 손상으로 유추되며, 구조적인 손상은 아니나 손상의 위치상 신축이음하부 측에 발생하여 추후 우수유입이 우려되는바 내구성 및 단면 확보차원의 단면보수 등 적절한 조치가 필요할 것으로 사료된다.

3) 가로보

- 가로보에서 조사된 균열(0.3mm미만), 균열부백태의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 손상부 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 손상은 아니나 내구성 확보

차원의 표면처리 등 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.

4) 교대

- 교대에서 조사된 균열(0.3mm미만), 백태의 경우 거푸집 조기탈거, 건조수축, 온도변화, 신축이음 하부 우수유입 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 손상의 진전방지 및 내구성 확보차원의 표면처리 등의 적절한 보수가 필요할 것으로 사료된다.

5) 교각

- 교각에서 조사된 균열 및 재균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태, 표면오염의 경우 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈거, 손상부 습기흡착, 외부 우수유입, 공용기간 증가 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 파손, 재료분리 의 경우 기 점검시 내구성조사 잔재, 시공초기 다짐불량 및 미흡 등에 의한 손상으로 구조적인 영향을 미치는 손상은 아니나 내구성 확보 차원의 단면보수 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 실링재 파손의 경우 교각 P01 코핑부 대운천교(부산)과 대운천교(울산) 사이에 발생한 손상으로 해당 시설물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아니므로 즉각적인 조치를 취하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 폐콘크리트 퇴적의 경우 시공초기 상부구조 및 신축이음 타설시 정리 미흡에 의한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 체수흔적의 경우 교각 P06 코핑부에 발생하여 신축이음 하부 누수로 인한 손상으로 판단되며, 점검 당시 신축이음 하부에 대한 보수가 실시된 것으로 확인되어 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 체수로의 손상 재발생 여부를 확인하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

6) 기초

- 대운천교(울산)의 기초는 교대 A1,2 강관파일기초, 교각 P1~8 직접기초로 시공되어 있으며, 현재 매립되어 있는 상태로 현장조사는 불가하다.

7) 교량받침

- 교량받침에 조사된 받침콘크리트 및 몰탈 균열(0.3mm미만) 및 망상균열의 경우 건조수축 및 거꾸집 조기탈거, 온도변화 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 영향을 미치는 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 Plate 부식의 경우 공용기간 증가로 인한 도장미흡부 습기흡착, 신축이음 하부 누수로 인한 우수유입 등에 의한 손상으로 부재의 내구성 확보 차원의 재도장 등 적절한 보수조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 탄성패드 밀림, 탄성패드 들뜸, 스토퍼 밀착의 경우 시공초기 거더 거치 및 바닥판 타설시 탄성패드 유동, 플레이트-탄성패드 마찰력부족 및 감소, 시공오차 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 금회 점검 시기에 상기 발생한 손상에 의한 교량받침의 기능성을 저해할만한 영향은 없는 것으로 확인되었으나 추후 손상의 진전(탄성패드 이탈)을 방지하기 위한 스토퍼 설치 등 탄성패드의 밀림 방지책 형식의 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료되며, 스토퍼 간섭의 경우 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고 손상의 진전시 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

8) 신축이음장치

- 신축이음에서 조사된 후타재 균열, 망상균열의 경우 시공시 다짐불량, 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 손상의 정도가 차량의 주행성에 영향을 미치는 상태는 아니므로 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시한 후 손상의 진전시 일괄보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 조사된 후타재 파손의 경우 외부충격, 시공시 다짐불량, 반복 차량 통행하중 및 충격 등으로 인한 손상으로 판단되며, 해당 부재의 내구성을 확보하고, 통행자의 안전을 확보하기 위한 단면보수 등의 조치를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 차수판 변형, 연결불량, 볼트탈락, 누락, 유간 토사퇴적의 경우 외부충격, 시공미흡, 공용기간 증가, 차량의 반복통행 진동 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 신축이음장치의 기능성 확보 및 원활한 배수 기능을 위한 정비 등의 보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 고무재 열화의 경우 공용기간 증가, 열화 등에 의한 손상으로 판단되며, 해당손상의

경우 신축이음 하부 누수로 연계될 수 있는 손상이나 금회 점검에서 신축이음 하부누수 발생 부에 대한 유도배수관 설치 등의 조치가 실시된 것으로 조사되었다. 이에 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하고, 고무재 파손으로의 손상 진전시 고무재 교체 등 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

- 신축이음장치에 대한 실측유간은 바닥판, 거더, 신축이음장치 유간에 대하여 수축 및 신장 여유량 검토를 실시하였고, 측정일 온도는 12.5℃(04월 23일)로써 이때 측정유간은 14.0~544mm 범위로 나타나 설계온도에 대한 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

9) 교면포장

- 교면포장에서 조사된 포장 균열, 망상균열, 마모, 파손, 박리, 패임의 경우 중차량 반복통행에 의한 운하중, 공용기간 증가, 공용중 외부충격, 시공시 다짐미흡 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 포장 균열, 망상균열, 마모, 파손, 박리의 경우 1~3차선에 전반적으로 포장 균열, 박리의 경우 갓길에 주로 발생하였다. 금회 조사된 손상의 경우 차량의 주행성에 영향을 미칠만한 손상은 아니며, 이에 즉각적인 보수를 실시하기 보다는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부를 확인하고 손상의 진전시 전면 재포장 등의 조치를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

10) 배수시설

- 배수시설에서 조사된 집수구 막힘, 배수관 막힘, 이음부 누수의 경우 공용기간 증가, 비산면 지퇴적, 열화, 환경적요인에 의한 손상으로 판단되며, 우천시 차량의 주행성 안전 및 원활한 배수기능을 확보하기 위한 정비 등의 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

11) 난간 및 연석(방호벽 및 중분대)

- 방호벽에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열, 균열부백태, 백태, 표면오염, 녹물흔적의 경우 건조수축 및 거푸집 조기 탈거, 온도변화, 손상부 우수유입, 외기노출, 공용기간 증가 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 시설물에 구조적인 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 판단되며, 내구성 확보 차원의 표면처리 등의 보수를 실시하고 손상의 재발생 여부를 확인하는유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.
- 조사된 이격, 단차, 굽힘, 방음벽 도장탈락, 고정대 볼트부식, 이격의 경우 시공초기 지반안정화에 대한 침하, 외부충격, 공용기간 증가, 외기노출, 습기흡착 등 복합적인 원인에 의한 손상으로 판단되며, 해당 시설물의 사용성에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 확인되었다. 특

히 이격, 단차의 경우 시공초기에 발생한 손상으로 유추되고, 포장부 단차 등 주행성에 영향을 미칠만한 추가적인 손상이 조사되지 않아 발생한 타 손상들과 같이 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

12) 교량 점검시설

- 교량 점검시설에서 조사된 발판부식의 경우 외부 우수유입, 공용기간 증가, 열화 등에 의한 손상으로 사용자 및 점검자의 안전을 위한 교체 등의 보수가 필요할 것으로 판단된다.

13) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 추락방지시설은 방호벽, 도로포장, 도로부 신축이음부는 본문의 교면포장, 신축이음장치에 기입된 내용으로 대체하였으며, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

14) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판 하면) 29.6~29.8MPa, 하부구조(교대) 26.6~26.8MPa, 하부구조(교각) 26.4~26.8MPa로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판 하면: 27.0MPa, 교대: 24.0MPa, 교각: 24.0MPa)를 전반적으로 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다. 또한 하부구조에서 진행한 비건전부의 측정강도가 설계기준 압축강도를 상회하고, 건전부 대비 98.2%이상으로 콘크리트의 강도는 양호한 상태로 판단된다. 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 3.0~6.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 3.5~5.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 대운천교(울산)의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2023년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.191에서 0.207로 0.016 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 변동의 주요 원인은 금회 정밀안전점검에서 주요부재 및 보조부재에 대한 신규 손상의 발생에 의하여 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 대운천교(울산)에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태 평가 결과를 종합적으로 평가한 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

16.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

16.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 바닥판하면 백태, 거더 박락, 교량받침 탄성패드 들뜸, 밀림, 신축이음 후타재 파손, 교량 점검시설 발판부식은 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.

16.8.4 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

