2026 상반기
철강슬래그 순회설명회

RIST

제강슬래그 골재의 아스콘 포장 적용성 평가

I. 철강 공정별 슬래그 발생 및 활용 현황
II. 제강슬래그 골재의 팽창 특성 평가
III. 아스콘 포장 녹물 발생 원인 규명
IV. 旣시공 제강슬래그 아스콘 포장 현황 조사
V. 제강슬래그 아스콘 시험시공 결과

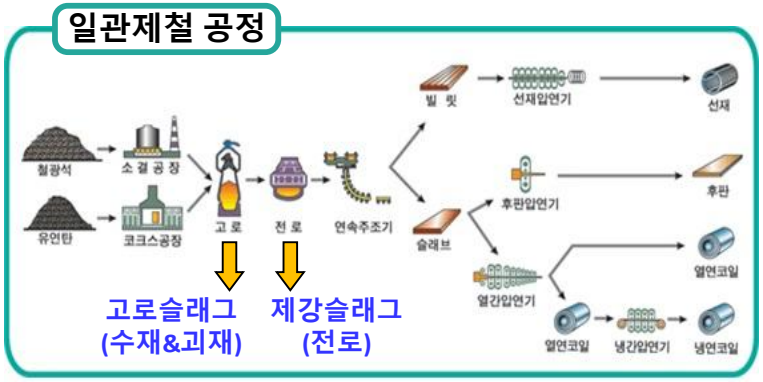
2026. 5. 28

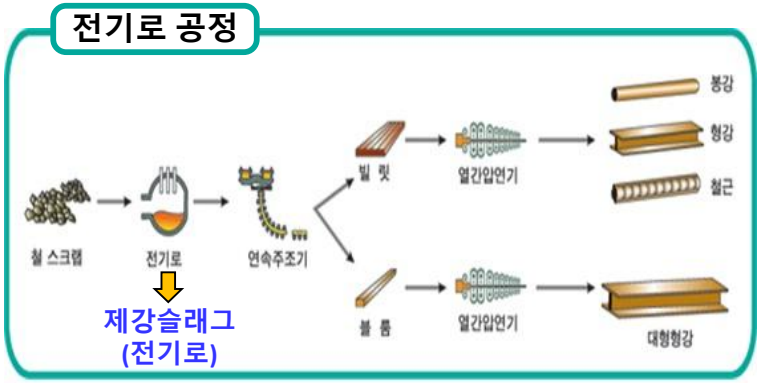
장재원

POSCO

I. 철강 공정별 슬래그 발생 및 활용 현황

■ 철강공정





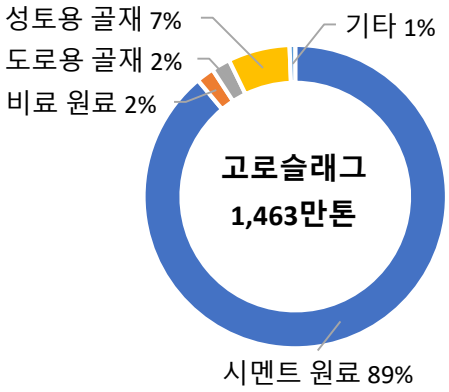
고로슬래그

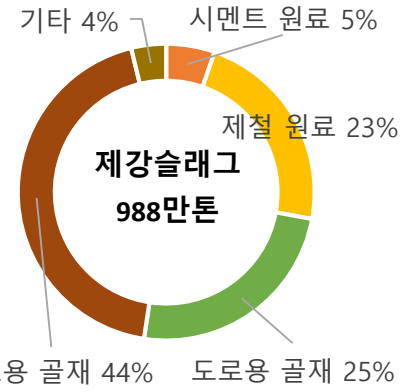
제강슬래그

※ 슬래그 화학조성 [%]

	CaO	SiO_2	Al_2O_3	T-Fe	MgO	기타
고로슬래그	41.2	32.8	14.8	0.4	5.2	5.6
제강슬래그	46.1	14.8	1.5	17.4	6.3	13.9

■ 철강슬래그 용도별 활용 현황 ('22년)



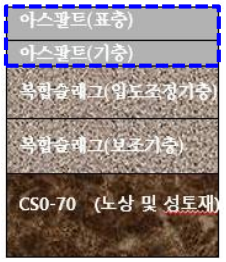


시멘트 원료

비료 원료

성토용 골재

도로용 골재



출처: 한국철강협회(kosa.or.kr)

II. 제강슬래그 골재의 팽창 특성 평가 – 기준 및 평가방법

■ 팽창기준 - 도로용 철강 슬래그 (KS F 2535)

용도		종류 (호칭)	품질				에이징
			수침팽창비	단위용적질량	일축압축강도	수정 CBR	
도로 성토용	기층	수경성 입도 조정 고로 슬래그 (HMS-25)	1.5% 이하	1500kg/m^3	1.2MPa	80% 이상	6개월 이상
	기층/보조기층	입도 조정 철강 슬래그 (MS-40/25)			-		전기로 & 0.6% & 3개월 ➔ 단축가능
	보조기층	크러셔 런 철강 슬래그 (CS-40/30/20)		-		30% 이상	

용도		종류 (호칭)	품질				에이징
			수침팽창비	표건밀도	흡수율	마모감량	
아스콘 포장용	표층	단립도 제강 슬래그 **(SS-20/13/8/5)**	2.0% 이하	2.45 이상	3.5% 이하	35% 이하	3개월 이상
	기층	입도 조정 제강 슬래그 (MSS-40/25)					
	기층	크러셔 런 제강 슬래그 (CSS-30/20)		-	-	40% 이하	

■ 평가방법 - 철강 슬래그의 80℃ 수침팽창 시험방법 (KS F 2580)

○ **시료 조성을 위한 기준 입도**

체의 호칭치수 [mm]	30	25	**13**	**5**	2.5	0.4	0.08
통과질량 백분율 [%]	100	97.5	**70**	**47.3**	35	20	6

평가방법:
매일 6시간 동안
온도 80±3 ℃ 가열,
18시간 상온 유지,
10일 반복하여,
최종팽창량 평가

○ **해설 - 시료조성**

- **단립도 제강슬래그 및 크러셔 런 제강슬래그의 경우, 기준 입도에 부족한 입자 지름군을 고로슬래그, 쇄석 등으로 보충하여 미리 사용한 입도(예, 밀립도 아스팔트 혼합물 20mm 혹은 13mm)로서 수침팽창비를 구하고 기준 입도에 의한 값과의 상관을 얻어 판정**

※ 아스콘용 굵은골재 입도 및 분포율

(WC-2) 5~13mm: 22.7% (WC-3) 13~20mm: 16% (SMA-13) 10~13mm: 8.5%
5~20mm: 38.7%

■ 골재 팽창량 평가 방법 비교

구분		골재 입도	온도/재하하중	기간	시료 규격	다짐조건
수침 양생	KS F 2580	0~30mm **(골재 입도별 혼합비 有)**	**80±3 ℃** (5±0.04)kg	**6hr/day 가열** 10day 수침	D=150mm, H=125mm (Vol=2,209 cm^3)	4.5kg 래머, 45cm 낙하고 92회 낙하, 3층 다짐
	ASTM D 4792	0~19mm (4.75mm) **(골재 입도별 혼합비 無)**	**70±3 ℃** 4.54±0.02 kg	**24hr/day 가열** 7day 수침	D=152mm, H=116mm (Vol=2,123 cm^3)	2.5kg(4.5kg) 래머, 30cm 낙하고 25회(56회) 낙하, 3층(5층) 다짐
	Penn DOT PTM #130	0~19mm (4.75mm) (골재 입도별 혼합비 無)	**71±3 ℃** 4.54 kg	**24hr/day 가열** 7day 수침+7day 포화	D=152mm, H=116mm (Vol=2,123 cm^3)	2.5kg 래머, 30cm 낙하고 56회 낙하, 3층 다짐
증기 양생	ASTM D 8373	0~25mm (4.75mm 통과량 30% 이상)	**215℃ / P=2MPa** 1.19kg	**3hr 유지**	D=78mm, H=59mm (Vol=282 cm^3)	2.5kg 래머, 30cm 낙하고 25회 낙하, 3층 다짐
	Indiana DOT ITM #219	4.75~38.1mm (4.75mm 통과량 2% 이하)	**P=2MPa**	**3hr 유지**	D=101mm	3층으로 나눠서 시료 투입 다짐작업 없이 시료 조성
	EN 1744-1	0~22mm, 공극율 (25±3)% **(골재 입도별 혼합비 有)**	**120±10 ℃/P=대기압** 6.0±0.01 kg	**24hr (MgO≤5%)** 168hr (MgO>5%)	D=210mm, H=120 mm (Vol=4,156 cm^3)	진동테이블 진폭=±1.5mm, Frequency=48Hz

- ✓ **수침양생 온도는 70~80℃ 수준, 수침기간(10일-vs-7일)/가열시간(6hr/day-vs-24hr/day) 상이**
- ✓ 증기양생의 경우 고압(P=2MPa) 과 저압(대기압) 방식으로 구분됨
- ✓ 팽창 평가용 시료 조성시 **입도별 혼합비 기준은 국내 KS F 2580 및 유럽 EN1744-1 에서만 규정**
  - 최대입도 상이: 22mm(EN1744-1)-vs-30mm(KS F 2580), 5mm이하 통과량 50% 수준으로 유사
- ✓ ITM #219 기준의 경우, 부피팽창이 아니라 파쇄되는 골재의 함량을 산정함
  - Deleterious content [%] = Final weight passing 4.75mm/Initial weight retained on 4.75mm

[팽창 평가용 시료의 입도분포]

KS F 2580		EN 1744-1	
입도[mm]	통과[%]	입도[mm]	통과[%]
30	100	22	100
25	97.5	16	85
13	**70**	11.2	71
5	**47.3**	8	60
2.5	35	**5.6**	**50**
0.4	20	2	30
0.08	6	0.5	15
		0	0

수침양생

증기양생(고압)

증기양생(대기압)

II. 제강슬래그 골재의 팽창 특성 평가 – 에이징에 따른 수침팽창율

■ 평가개요

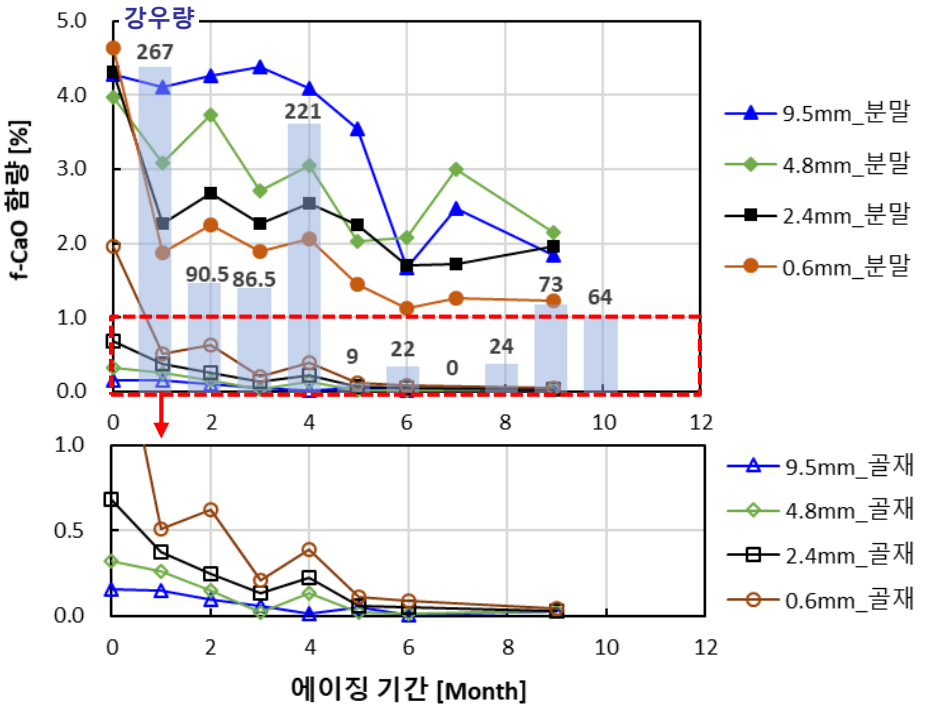
○ **신규 발생된 제강슬래그를 야외 및 실내 살수 에이징 실시, 1개월 간격으로 샘플링하여 f-CaO 함량, 수침팽창율 저감 특성 평가**

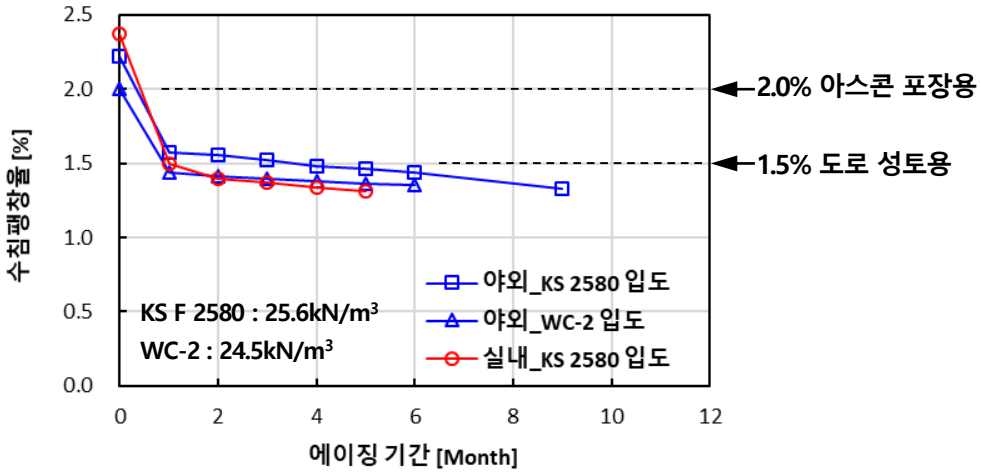
① **f-CaO 함량**: 에틸렌글리콜엥 용해후 HCl 이용하여 적정(KS L 5405), 골재(입도 4종) 및 미분말 상태(4종) 평가

② **수침팽창율**: 온도 80℃ 물에 10일간 수침하여 팽창량 측정, 입도분포 2종 사용(KS F 2580 기준 입도 및 아스콘 포장 WC-2의 중간 입도)

월 1회 샘플링/평가

■ 평가결과 – 야외 에이징





○ **f-CaO 함량***

- (미분말) **에이징 0개월 ~4.3%, 에이징 6개월 이후 ~2% 수준으로 감소**
- 에이징 기간 증가에 따라 골재 내부에 포함된 f-CaO는 서서히 반응

○ **수침팽창율**

- **(에이징 1개월)아스콘 골재용 2.0% 이하, (3개월)도로용 1.5% 이하 충족**

*시료별 f-CaO, $Ca(OH)_2$, $CaCO_3$ 함량 평가 진행중

II. 제강슬래그 골재의 팽창 특성 평가 – 혼합율에 따른 수침팽창율

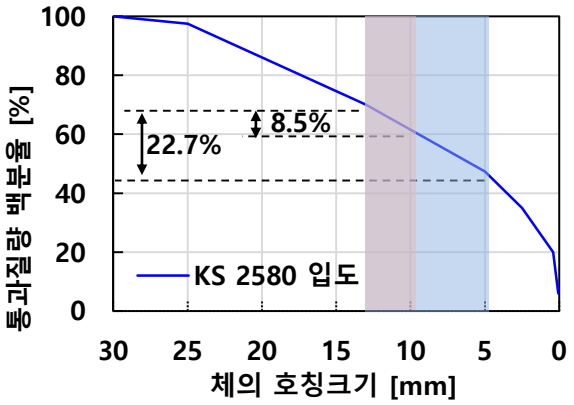
■ 평가 개요

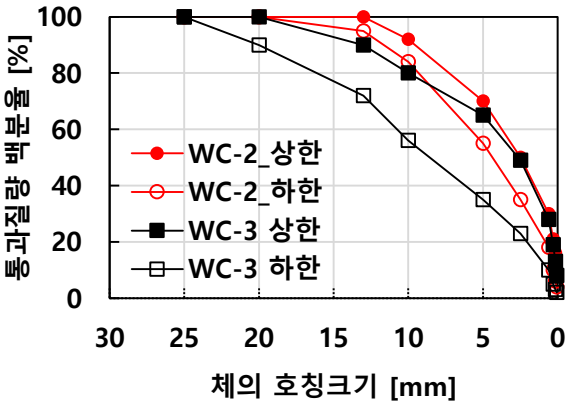
○ 수침팽창율 평가시료 기준입도 中 **아스콘 굵은골재 입도만 제강슬래그 사용**, **나머지 입도는 천연골재 혼합**하여 수침팽창율 평가

- (Case #1) WC-2 밀입도 혼합물용 골재: **제강슬래그 굵은골재 5mm~13mm 사용(혼합율 22.7%)**, 나머지 입도는 천연골재 혼합
- (Case #2) SMA-13 혼합물용 골재: **제강슬래그 굵은골재 10~13mm 사용(혼합율 8.5%)**, 나머지 입도는 천연골재 혼합

*제강슬래그 에이징 9개월차 시료 및 포항 삼성아스콘 천연골재 사용

■ 평가 결과여기에 수식을 입력하십시오.





○ **수침팽창율 (KS 2580 기준입도)**

구분	**수침팽창율**	비고
제강슬래그 골재 100%	**1.33%**	에이징 9개월차
천연골재 100%	**0.03%**	
Case#1: 제강슬래그 5~13mm **(혼합비 22.7%)**	**0.23%**	제강 100% 팽창율 대비, **17% 수준**
Case#2: 제강슬래그 10~13mm **(혼합비 8.5%)**	**0.07%**	제강 100% 팽창율 대비, **5% 수준**

*** 아스콘 혼합물 종류별 5mm 이상 골재 혼합율: 37.5%~55.0%**

WC-1	**WC-2**	WC-3	WC-4	**WC-5**	WC-6
41.0%	**37.5%**	50.0%	45.0%	**55.0%**	50.0%

➔ 제강 굵은골재 및 천연 잔골재 혼합된 아스콘 입도기준 시료에 대한 수침팽창량 평가 필요

II. 제강슬래그 골재의 팽창 특성 평가 – 포장 코어 골재 팽창평가

■ 평가 개요

○ **시공후 20년 이상 경과된 제강슬래그 아스콘 포장도로에서 코어를 채취, 바인더 제거하여 골재의 f-CaO 함량 및 수침팽창율 평가**

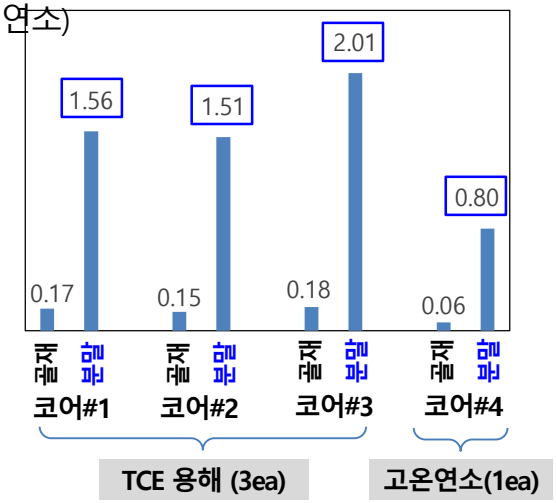
- 포항 대송초 인접도로는 **제강슬래그 골재 100%를 사용**하여 **'05.7.30 시공됨, 현재까지 이상없이 공용中 (골재팽창 및 녹물발생 없음)**
- **코어 4기 채취** → **①TCE용해(코어 #1~#3)** 및 **②고온연소(코어 #4)**에 의한 아스팔트 바인더 제거 → 제강슬래그 골재 추출 → 물성평가

사진 4-10 대송 시험시공구간 FWD시험 실시 장면

■ 평가결과

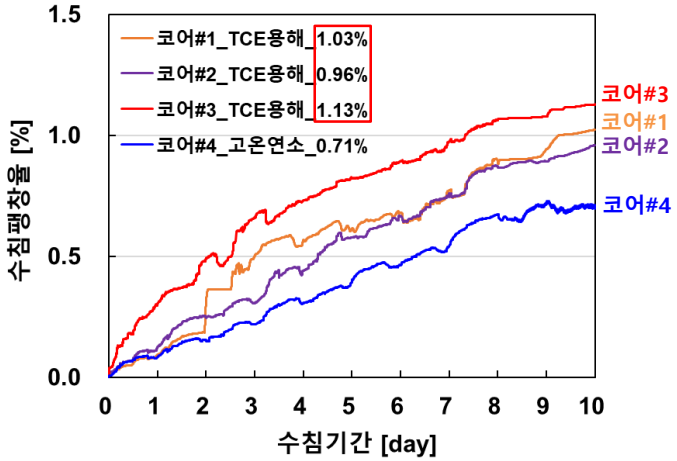
○ **f-CaO 함량[%]**

- [분말] **평균 1.69% (TCE 용해)**, 0.8% (고온연소)



○ **수침팽창율[%]**

- **평균 1.04% (TCE 용해)**, 0.71%(고온연소)



✓ **f-CaO 함량은 1.5~2.0% (TCE 용해/분말 기준) 수준으로 야외 에이징 6개월차 시료의 함량과 유사**

✓ **시공후 20년간 안정적인 공용 성능을 보인 제강슬래그 아스콘 포장에서 회수된 코어 골재의 수침팽창율은 1.04% 수준**

✓ **고온 연소시 f-CaO와 다른 물질의 반응으로 인해서 f-CaO 함량 및 수침팽창율 감소 확인***

* 슬래그를 ~540 ℃ 이상 고온 연소시, Calcium ferrite($Ca_2Fe_9O_{13}$) 형성으로 f-CaO 감소 [Tsuyuki et al., 2007]

III. 아스콘 포장 녹물 발생 원인 규명 – 발생 현황

■ 아스콘 포장 표면 녹물 발생 현황

○ 아스콘 포장 녹물 발생 현장 확인 : 한국도로공사 도교원, 덕유산 휴게소, 금산군 남이면, 진안마이산휴게소, 포항 제철초 인근 등

➔ **제강슬래그 골재를 활용한 아스콘 포장 시공시, 녹물 발생 우려**

○ 추정원인: 천연골재에 포함된 철성분, 제강슬래그 골재에 포함된 철성분, 채움재로 활용된 철강더스트에 포함된 철성분 등

➔ **골재 성분/결정상 분석, 제강슬래그 아스콘 포장현장 조사, 시편 녹물 발생 시험** 등을 통한 녹물 발생 원인 규명 수행

[한국도로공사 도로교통연구원]

[덕유산 휴게소(하남방면)]

[진안마이산휴게소]

[포항 제철초 후문]

[충남 금산군 남이면]

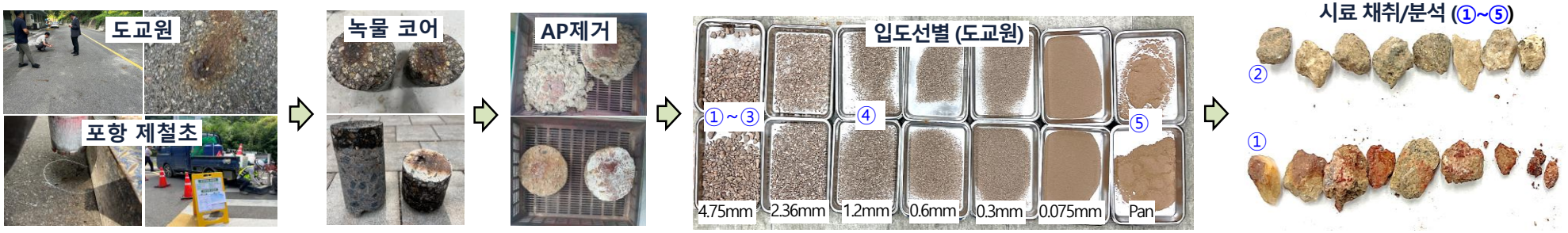
[광양제철소 본부 주차장]

[RIST 주차장]

■ 분석개요

○ **아스콘 포장의 녹물 발생 부분 코어 채취**: 한국도로공사 도교원 주차장 및 포항제철초 후문

○ 회수된 코어를 500℃ 가열하여 아스팔트 분해/제거 후, **골재의 성분(XRF) 및 결정상(XRD) 분석** 수행



* ①~② +5mm 골재, ③ +5mm 습윤 양생후 미분, ④ +1mm 골재, ⑤ -75μm 미분

■ 분석결과

○ 입도선별: 13mm혼합물로 판단, **골재 입자 표면에 붉은색의 미분말이 분포되어 있으며 잘 부스러짐**

○ 성분 분석(XRF) (분석결과 첨부)

- 아스콘 골재의 경우 Si, Al가 주성분이며, 제강슬래그에 비해 Ca, Fe 성분은 현저히 낮음
- **Al, Si, Ca, Fe 성분비 고려시, 녹물 아스콘 코어의 골재는 제강슬래그는 아닌 것으로 판단됨**

[XRF 성분분석 결과]

구분		Al_2O_3	SiO_2	CaO	Fe_2O_3
녹물코어 골재	도교원	17.3	65.6	1.1	4.8
	제철초	15.4	58.7	6.2	5.0
제강슬래그		3.59	18.4	34.1	30.6

○ 결정상 분석(XRD) (분석결과 첨부)

- **녹물 코어 시료의 골재 결정상**은 주로 석영, 운모(백운모, 펜자이트 등), 장석류(조장석, 정장석, 미사장석) 등 **천연 광물상**으로 확인
  Al성분이 Fe성분으로 다량 치환된 철질 백운모(ferrian muscovite) 및 펜자이트(Phengite) 결정상이 확인됨
- **제강슬래그의 주결정상**은 Fe/Ca/Si 화합물(Wustite, Hematite, Magnetite, Kirschsteinite 등) 및 Ca 수화물 등 으로써, **녹물 아스콘 코어 골재의 천연광물상과 상이**

■ 검토의견

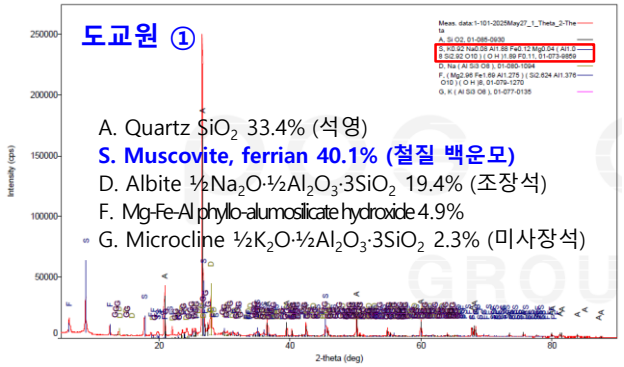
○ **녹물 아스콘 코어의 골재 성분/결정상 분석 결과**, 제강슬래그는 아니며 **석영/운모/장석의 조암광물로 구성된 천연골재**인 것으로 판단

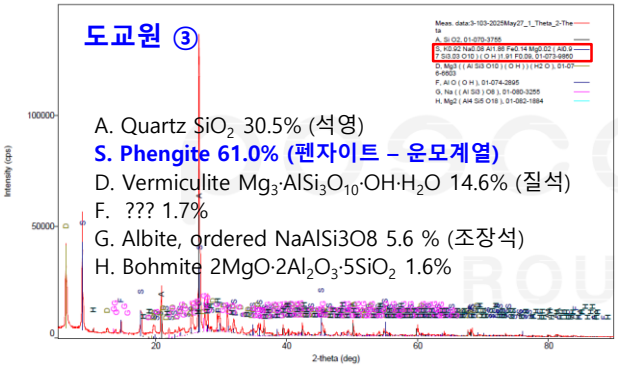
○ **녹물발생 원인은 철성분을 함유한 운모의 풍화에 의해 Fe^{3+} 용출, 산화되어 갈색 $FeOOH/Fe(OH)_3$, 붉은색 Fe_2O_3 형성**으로 추정

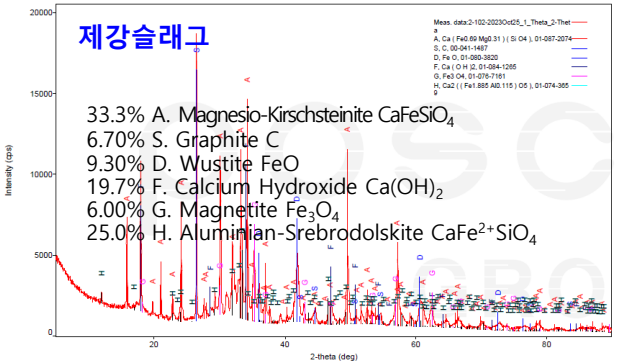
■ 성분분석(XRF) 결과

구분		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	비고
		C	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl	K_2O	CaO	TiO_2	Cr_2O_3	MnO	Fe_2O_3	기타	
도교원	① >5mm-1	1.21	2.16	2.39	17.27	65.60	0.14	0.60	0.02	4.09	1.06	0.41	0.02	0.04	4.76	< 0.23	
	② >5mm-2	1.32	2.24	2.92	17.26	63.39	0.13	0.43	0.02	3.60	2.95	0.52	0.02	0.06	4.93	< 0.21	
	③ >5mm-미분	1.53	0.98	4.11	17.45	45.40	0.17	7.49	0.06	4.06	8.26	0.76	0.03	0.13	9.38	< 0.19	
	④ >1mm	1.67	1.68	2.62	16.59	64.22	0.13	0.42	0.01	4.18	2.83	0.43	0.02	0.08	4.90	< 0.22	
	⑤ Pan(-75μm)	1.62	1.01	4.89	19.57	51.77	0.16	1.19	0.01	4.51	6.66	0.77	0.02	0.12	7.23	< 0.47	
제강슬래그		2.12	0.09	3.19	3.59	18.4	1.83	0.60	0.02	0.07	34.1	0.86	0.36	3.83	30.6	< 0.34	

■ 결정상 분석(XRD) 결과





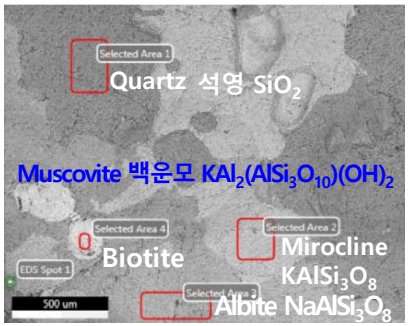


백운모(Muscovite) $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$

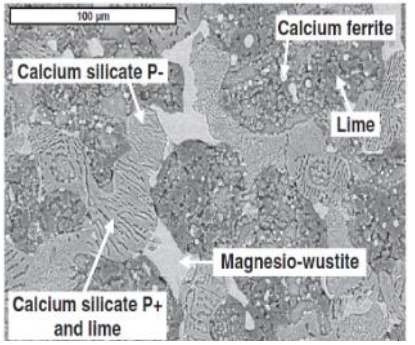
Al→Fe/Mg 치환: 철질 백운모(Ferrian muscovite)

펜자이트 (Phengite)

[화강암]



[제강슬래그]



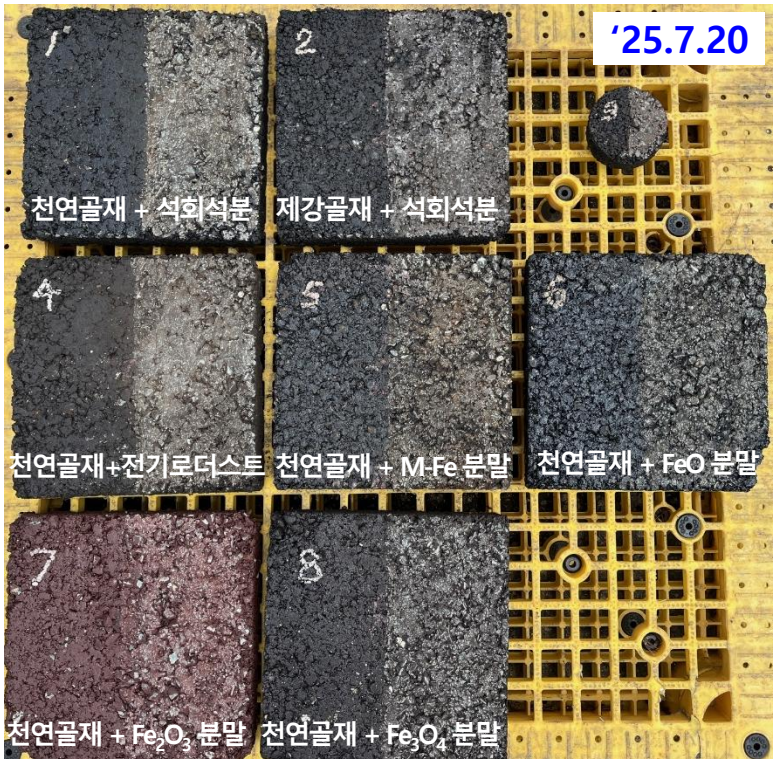
■ 평가개요

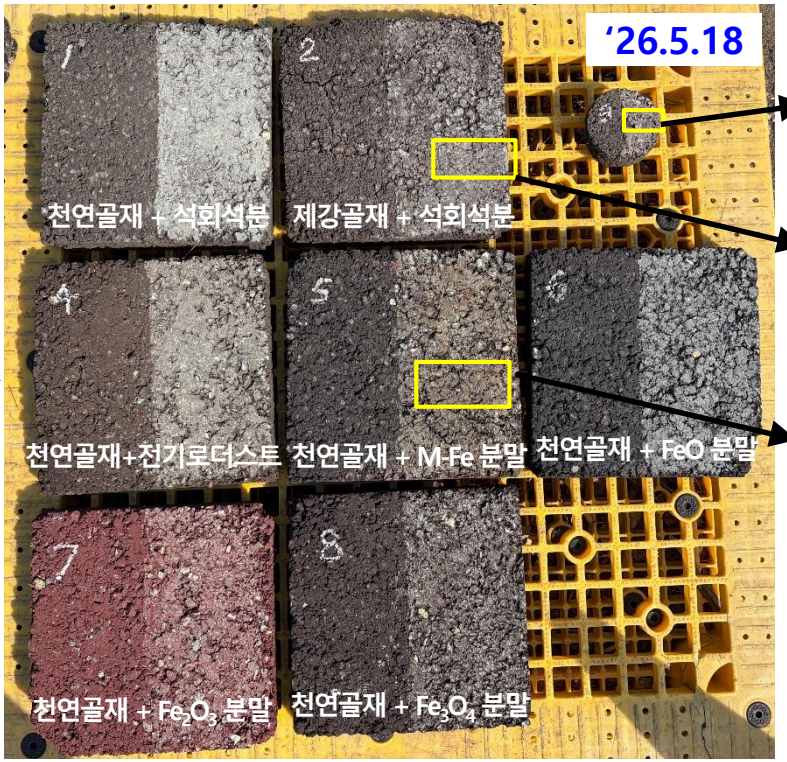
○ 녹물 발생 원인으로 의심되는 제강 골재 및 철분함유 더스트등을 채움재로 사용하여 녹물 발생 유무 확인

○ 혼합물 조성: 천연골재 및 제강슬래그 골재 비교, 채움재(석회석분, 더스트, Fe함유 분말 등) 종류별 평가

구분	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8
골재	천연골재	제강슬래그	녹물발생 골재(도교원)	천연골재				
채움재	석회석분			전기로 제강 더스트	Metal-Fe 분말	FeO 분말	Fe_2O_3 분말	Fe_3O_4 분말

[옥외 노출中 ('25.7.15~현재)]



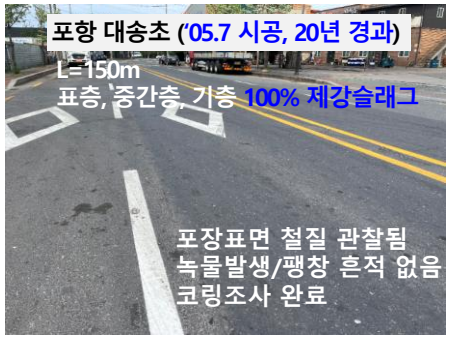


IV. 旣시공 제강슬래그 아스콘 포장 현황조사 – 종합

■ 제강슬래그 아스콘 포장 현장 현황

○ 시공 후 일정시간이 경과한 **제강슬래그 아스콘 포장현장(시공 후 4~20년 경과)**의 **녹물발생 유무/팽창안정성/공용상태** 확인

○ 현장현황 - 포항지역 4개소, 광양지역 4개소 (제철소 내부 4개소 및 외부4개소)

	제철소 외부		제철소 내부	
포항				
광양				

■ 현장 조사 결과

○ 육안 조사 결과, **골재 팽창에 의한 골재 탈락, 녹물발생 현상 없음**

○ 시공 후 20년 경과된 포장 현재 공용중 (포항 대송초 앞)

○ 공용 후 4년 경과된 코어시료의 강도평가 결과 (여수광양항 임항도로)

- 마샬안정도 및 변형강도 실내 실험치 기준 이상

IV. 旣시공 제강슬래그 아스콘 포장 현황조사 – 여수광양항 임항도로

■ 배경

○ 旣 시공된 제강슬래그 아스콘 포장의 공용성 조사 및 코어 시편의 강도평가를 통해 제강 아스콘 포장의 성능 검토

○ 제강슬래그 골재 활용시 우려되는 녹물발생, f-CaO 수화반응에 의한 팽창/균열/골재박리 등 장기적인 품질 안정성 확인 조사

■ 대상현장: 여수광양항만공사 임항도로 (**'21.11 시공**)

■ 현장조사 결과

○ 현장방문 확인내용

- 항만공사 관할 도로로서 화물차 통행량이 多, 좌회전 1차로에서 코링조사 수행
- 포장표면 육안조사 결과, **녹물발생 흔적 없음, 골재 탈락 현상 없음**
  신호등 앞 약간의 소성변형을 보이나 심각한 균열발생 없음

○ 코어 시편 물성평가 결과

항만공사 임항도로 '25.04.08 코링 '25.04.22 평가	겉보기 밀도 [g/cm³]	변형강도 [MPa]	마샬강도 [N]	흐름값 [1/100cm]	AP함량 [%]
제강슬래그 아스콘 (로드아스텍 생산)	2.527	평균 3.15 (3.18, 3.11)	10,713	35.0	5.4 (시료 3개 통합)

- **시공후 ~3.5년 경과, 변형강도 및 마샬강도는 실험실 제작 공시체 강도 수준으로 우수**
  (※ 공시체 강도기준, 변형강도 WC-2 4.25(3.2)MPa이상, 마샬안정도 7,500(5,000)N 이상)

○ 포장상태 모니터링 조사 결과

현장명		국도 포장상태 평가지수 (NHPCI)	
		44개월	49개월
여수광양항 임항도로	4차로	**6.16**	**5.88**
	5차로	**5.81**	**5.83**

* 국토 포장상태 평가지수(NHPCI) 기준 :
6이상 매우 양호(보수 불필요), **5.5~6.0 양호(예방적 유지관리)**, 4.0~5.5 보통(덧씌우기 보수), 4이하 불량(전면보수)

V. 제강슬래그 아스콘 시험시공 결과 – 전체골재 대체

■ 포항제철소 내부도로 적용 현황

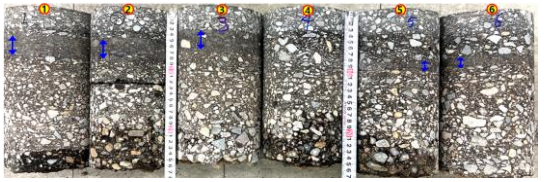
■ 시험시공 세부사항 – A도로

○ **활용 골재**
- 삼성아스콘: 천연골재 (13mm 굵은골재, -5mm 잔골재)
- 동서개발: **제강슬래그 5mm~13mm 굵은골재**
- 효석: **제강슬래그 13~20mm 굵은골재 및 -5mm 잔골재**

○ **혼합물 종류별 시공 구간을 각각 50m으로 나누어 2가지 다짐에너지 투입효과 검증**
→ **머캐덤-타이어-탠덤 왕복회수: ①4-8-4, ②6-10-6**

[다짐롤러 3종 세트]

○ 시험시공 前 코링조사 수행('25.6.5, A도로)
→ 아스콘 총 포장두께 25cm이며, 아스콘 기층/표층 시공확인, 하부 보조기층(자갈) 포설 확인



■ 시공후 성능평가 및 공용성 모니터링

○ 시공후, 코링조사 수행하여 **현장 다짐도 확인 및 코어시편 강도 측정**

○ 주기적 **포장상태조사(균열, 소성변형, 종단평탄성)를 통한 포장상태지수 변화 모니터링 中**

V. 제강슬래그 아스콘 시험시공 결과 – 전체골재 대체

■ 아스콘 혼합물 물성평가 결과 (Hot Bin)

항목	기준	A 도로			B 도로	C 도로
		천연 WC-2	제강 WC-2	제강 WC-3	제강 WC-3	제강 WC-3
마샬안정도 [N]	> 7,500	9,986	12,007	11,375	12,031	12,449
흐름값 [1/100cm]	20~40	36	36	35	34	34
공극율 [%]	3~6	4.95	3.90	4.98	4.85	4.73
포화도 [%]	65~80	71.7	78.8	72.0	72.5	73.0
골재간극률 [%]	>13 (13mm)	17.5	18.4	-	-	-
	>14 (20mm)	-	-	17.77	17.66	17.52
AP 혼합비 [%]	-	5.6	5.2	4.6	4.6	4.6
밀도 [g/cm³]	-	2.332	2.893	2.862	2.866	2.861

[코링조사]

[마샬안정도 평가]

[변형강도 평가]

■ 제강 아스콘 시험포장 코어 물성평가 (A 도로)

구분	제강 WC-3		제강 WC-2		천연 WC-2	
	B다짐	A다짐	B다짐	A다짐	B다짐	A다짐
코어 밀도 [g/cm³]	2.810	2.832	2.815	2.786	2.297	2.31
배합기준밀도[g/cm³]	2.862		2.893		2.332	
현장다짐도[%](>96%)	98.2	99.0	97.3	96.3	98.5	99.1
마샬 안정도 [N]	5,363	7,297	6,115	6,337	3,787	3,711

접촉각(Contact Angle)

(Niu et al, 2023)

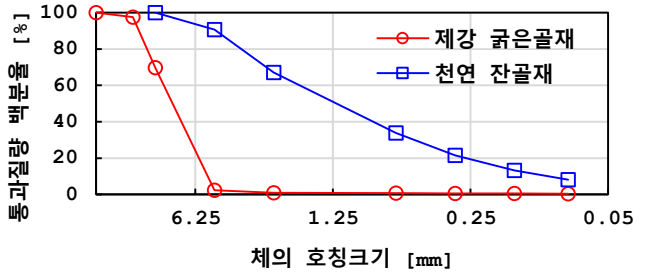
➔ 천연골재 比, 제강슬래그는 AP 바인더와 친화력 高 수분과의 친화력 低

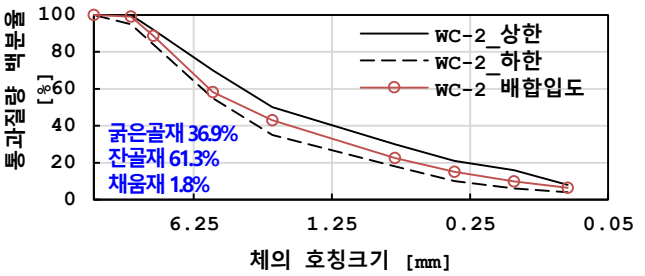
➔ 동적수침후 피복율 50% 미만시, 박리방지 재료로서 소석회 $Ca(OH)_2$ 사용

V. 제강슬래그 아스콘 시험시공 결과 – 굵은골재 대체

■ 광양제철소 D 도로 시공현황

○ 광양소 D 도로 제강 WC-2 100m 및 천연 WC-2 91m 포설 (두께 5cm/회x2회=10cm)
○ 제강 WC-2 아스콘: 제강슬래그 골재 5mm~13mm 및 천연잔골재 5mm미만 혼합
○ 포설후 1일 양생, 교통개방전 코링 조사 수행





■ 아스콘 혼합물 물성평가 결과 (Hot Bin)

항목	기준	D 도로	
		제강 WC-2	천연 WC-2
마샬안정도 [N]	> 7,500	11,983	11,500
흐름값 [1/100cm]	20~40	36	32
공극율 [%]	3~6	4.0	4.0
포화도 [%]	65~80	77.4	75.9
골재간극률 [%]	>13 (13mm)	17.9	16.0
AP 혼합비 [%]	-	5.7	5.5
밀도 [g/cm³]	-	2.522	2.347

■ 제강 아스콘 시험포장 코어 물성평가 (D 도로)

구분	D 도로	
	제강 WC-2	천연 WC-2
겉보기밀도 [g/cm³]	2.426	2.266
배합기준밀도[g/cm³]	2.522	2.347
현장다짐도 [%] (기준 > 96%)	96.2	96.5
마샬안정도 [N]	6,609	3,899
변형강도 [MPa]	1.62	0.76

■ 제강슬래그 골재 생산(선별) 및 에이징 처리

○ 생산 및 보관

- 제강슬래그 처리설비에서 20mm미만으로 출하되는 제강 전로(강)슬래그를 입도 선별하여 약 1,000톤 생산
- 他 부산물 혼입 방지를 위해 별도 장소에 분리 보관중(콘크리트 바닥)

○ 슬래그 에이징 처리

- 적재높이 3m 이내, 적재면적 20m x 20m
- 주1회 12,000리터 재활용수 살수(살수차 용량 4,000리터 x 3회 반복), 월1회 정리적사, 총 6개월 에이징

※ 골재 생산후 에이징 처리 **(에이징 처리후, 선별 혹은 추가 파쇄 공정 없음)**

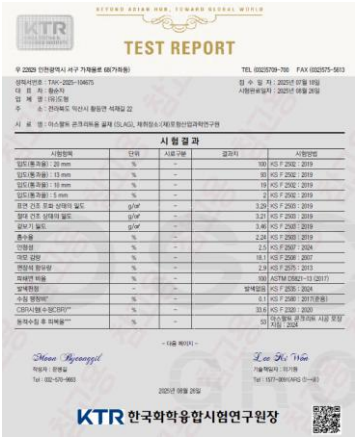
[부산물 야드장 보관]

[살수]

[고속도로 현장적용]

■ 굵은골재 물성평가

구분		규정	결과
밀도(절대건조) [g/cm³]		2.5 이상	3.21
흡수율 [%]		3.0 이하	2.24
동적수침후 피복율 [%]		50 이상	53
편장석률[%]	1등급	10 이하	2.9
마모율[%]	표층/중간층	35 이하	18.1
	SMA 혼합물	30 이하	
안정성 [%]		12 이하	2.5
굵은골재 파쇄면 비율 [%]		85 이상	100
발색판정		-	없음
수침팽창비 [%]		-	0.1
수정 CBR 시험 [%]		-	33.6


TEST REPORT

KTR 한국화학융합시험연구원장

■ 중금속 용출 평가

항목	기준[mg/L]	결과
카드뮴	0.3 미만	N.D
구리	3.0 미만	N.D
비소	1.5 미만	N.D
수은	0.005 미만	N.D
납	3.0 미만	N.D
6가크롬	1.5 미만	N.D
시안	1.0 미만	N.D

(재)파란생명환경연구소
Paran Bio & Environment Research Institute
검 사 결 과
재단법인 파란생명환경연구소장

[환경표지*]

환경표지 인증서
한국환경산업기술원장

* 지정폐기물 용출기준의 1/3~1/15 수준으로 엄격

종합

■ 제강슬래그 골재의 수침팽창율 평가

○ **야외 에이징 1개월 → 아스콘 골재 KS 기준 2.0% 이하 충족**

3개월 → 도로용 골재 KS 기준 1.5% 이하 충족

○ 골재 종류 및 혼합비별 수침팽창율

	에이징 9개월차 제강 골재 (0~30mm)	에이징 9개월차 제강 골재 (5~13mm) 그 외 천연골재	에이징 9개월차 제강골재 (10~13mm) 그 외 천연골재	시공후 20년 경과 제강 아스콘 포장 현장 골재 (0~30mm)
수침팽창율	**1.33%**	**0.23%**	**0.07%**	**1.04%**

■ 아스콘 포장 녹물 발생 메커니즘

○ 녹물시료 분석 결과, 제강슬래그 골재는 아니며, **녹물발생 원인은 운모계열 천연골재에 포함된 Fe의 용출 및 산화**

■ 旣시공 제강 아스콘 포장 현황조사

○ 시공후 4년에서 20년 경과된 **제강 아스콘 포장 현장** 조사 결과, **골재 팽창에 의한 포장표면 탈락, 녹물발생 없음**

○ 도로 표면에 노출된 일부 Fe 표면에서 검은색의 산화막 코팅 형성 확인

■ 제강슬래그 아스콘 시험시공

○ 전체골재 혹은 굵은 골재를 제강슬래그 대체한 아스콘 혼합물 배합도출, 실증 완료

○ 기존 동일한 시공장비 및 공법 활용하여 제강 아스콘 시공 가능 (현장다짐도 충족)

○ 제강 100% 대체시, 마샬강도 20% 우수 (현장 코어 평가 결과, 강도 차이 증대)

○ 도로포장상태 모니터링 장비를 이용한 포장상태 평가지수 비교 평가 수행중

구분	WC-2		WC-3
	광양소	포항소	
잔골재	천연	제강	제강
굵은골재	제강	제강	제강

RIST

감사합니다.

POSCO