

# 일본 재생골재 콘크리트의 2018년 JIS 개정 주요사항과 시사점

## Revisions of Japanese Industrial Standard on Recycled Aggregate Concrete in 2018 and Implications



박원준 Won-Jun Park  
강원대학교 조교수  
E-mail : wjpark@kangwon.ac.kr

### 1. 서론

콘크리트용 골재에 한하여 국내 순환골재 기준(KS F 2573)보다 상세한 규정을 정비한 일본의 재생골재 및 재생 골재를 사용한 콘크리트에 관한 3 종류의 JIS (JIS A 5021: 콘크리트용 재생 골재 H, JIS A 5022: 재생골재 M을 이용한 콘크리트, JIS A 5023: 재생골재 L을 이용한 콘크리트)가 2005~2007 사이에 제정된 이후, 2011~2012년에 1차 개정과 2016년 부록 개정을 거쳐 2018년 5월에 2차 개정이 이루어졌다. 특히, 2018년 2차 개정은 재생골재 및 재생골재를 사용한 콘크리트가 철근 콘크리트 구조물에 널리 이용되게 될 목적으로 이용자(건설사)가 재생골재 및 재생골재 콘크리트를 안심하고 사용할 수 있는 상태를 유지하면서 공급자(중간처리)의 부담 경감을 도모할 수 있는 내용이 핵심으로 개정이 시행되었다. 본고에서는 2018년 재생골재 JIS의 대대적인 개정의 중점사항을 소개하고 국내 순환골재 생산 및 활용 관점에서의 시사점을 기술한다.

### 2. JIS개정 주요 배경

#### 2.1 일본의 건설 리사이클법

먼저 법체계 측면에서 살펴보면 환경기본계획-환경기본법(1994년)을 시작으로 2001년 순환사회형성추진기본법(물질순환, 자원소비억제, 환경부하 저감을 지향)이 제정되고, 3R로 대표되는 자원유효이용촉진법(2001년)과 폐기물처리법(2014년 개정) 및 Green구입법(조달추진, 2001년 전면시행)이 제정되었다. 이후 개별물질의 특성에 대응하는 규제로서 포장용기, 가전, 식품, 자동차, 소형가전 리사이클법이 제정 및 전면시행되었다. 이 가운데 일본의 건설산업에서의 대량 소비에 의한 천연자원의 고갈과 건설폐기물의 대량 발생에 의한 최종 처분장의 한계상황 및 불법 폐기물 투기에 대처하기 위해 건설 리사이클 법이 제정(2002년) 및 전면시행되고 있다. 건설리사이클법(2014년 개정)의 핵심요지는 분별해체와 건설폐기물의 재자원화이며, 재자원화 지정물질로서 아스팔트, 콘크리트, 목재를 특별지정하였으며, 재생골재는 발생량과 비율이 가장 높은 콘크리트 폐기물의 유효이용을 목적으로 2005~2007년에 3종류로 제정되었다.



## 2.2 콘크리트 산업과 재생골재

일본의 레미콘의 생산량은 1990년을 정점(1.98 억 m<sup>3</sup>)으로 이후 지속적인 생산량 감소가 나타났고, 현재는 1990년 대비 42~44 % 정도(약 0.84~0.87 억 m<sup>3</sup>)로 낮아졌지만 2017년도 조강 생산량 1.05억 톤과 비교해서 질량비로 2배 정도(체적 대비 약 6배) 많은 프리캐스트 제품을 포함하여 콘크리트의 생산량은 앞으로도 지속될 전망이다. 이러한 상황에서 콘크리트의 체적의 70 % 정도를 차지하는 골재는 고도 경제 성장기 이후 양질의 천연 자원 고갈을 초래하고, 하천·해양 환경·생태계에 큰 악영향을 미쳤다. 현재는 암석을 분쇄하여 제조된 쇠석골재(쇄사)가 주류를 이루고 있지만, 생태 경관 파괴와 환경오염의 위험성을 내포하고 있다. 한편, 건설 리사이클 법의 제정 이후 폐콘크리트의 재활용률은 95 % 이상의 높은 수치를 나타내지만, 재활용 재료의 사용의 대부분은 노반재로 국한되었으며 그 이용률도 향후 감소할 수 밖에 없는 상황에 직면하였다. 비록, 자원순환형 사회의 구축에 있어, 재생골재 및 재생골재 콘크리트는 분명 큰 잠재력을 가지고 있지만, JIS가 제정된 후에도 그 이용률은 [표 1]과 같이 침체를 계속하고 있다.

가장 큰 원인으로는 JIS 제정시 재생골재와 재생골재 콘크리트의 품질면에서 문제가 발생할 경우의 책임소재 규명과 부정적 결과로 인한 재생골재 보급저해의 우려로 인한 리스크 회피의 목적이 제기된다. 그 결과로서 까다롭고 상세한 규정이 마련되었고, 재생골재 및 재생골재 콘크리트의 생산에서 관리·검사에 많은 노력 비용이 수반되는 상황으로 이어졌다. 그 후, 재생골재 및 콘크리트의 생산 실적도 증가하고 관리·검사면에서 경험이 누적됨과 동시에 JIS의 과도한 요구도 문제시되고 있었다.

[표 1] 재생골재 이용률 추이

연도	사용량(단위: 천톤)			재생골재 이용률 (%: A/C)
	재생골재(A)	재생쇄석(B)	콘크리트용 골재(C)	
2009	73	17,764	278,000	0.026
2011	71	18,573	264,000	0.027
2013	123	20,009	296,000	0.042
2015	88	18,276	264,000	0.033

또한 2016년에 건설성 고시 제1446 호가 개정되어 지정 건축 자재 재생골재 H를 사용한 콘크리트가 건축 분야에 한하여 재생골재 콘크리트의 보급에 이바지하는 역할을 도모하였다.

이와 같은 배경을 감안하여 2016년도 일본 콘크리트공학협회(JCI)는 “재생골재 JIS 개정 원안 작성위원회”를 조직하고 개정 작업에 착수하고, 2018년 5월 JIS A 5021, JIS A 5022 및 JIS A 5023의 개정을 [표 2]와 같이 최종 결정하였다.

## 3. 재생골재 H의 개정사항 (JIS A 5021)

2018년 재생골재 H의 주요 개정사항은 [표 2]에 요약한 것처럼 원골재의 특정방법과 골재 염화물량 시험방법에 관한 사항이다. 여기서, 원골재는 해체 예정인 RC구조물에 사용된 콘크리트(원콘크리트라고 하며 해체 후 폐콘크리트로 지칭함)에 혼합된 골재를 지칭한다.

### 3.1 원골재의 특정 방법

재생골재의 알칼리 실리카 반응성의 판정 및 품질검사 단위량(로트)의 크기 설정에서 원골재의 특정 여부는 중요하다. 개정 전의 JIS에서는 부속서 A에서 원 골재의 특정 방법으로 아래 2가지를 제시한다.

① 원콘크리트 배합 보고서와 골재의 시험 성적서 등에 따라 종류를 특정하기(DB가 있는 경우)

② 구조물 중에서 적절한 빈도로 콘크리트를 채취하여 면밀히 골재를 관찰하고 골재 산지와 품명이 불분명한 채로 특정하기

그러나 현재 해체되고 있는 RC구조물의 시공시 사용된 콘크리트 배합서와 골재 시험 성적서 등이 기록되어 있는 경우는 많지 않다. 또한, 재생골재의 공급자가 해체되는 구조물에 출입하여 콘크리트를 채취하여 관찰하는 것은 현실적으로 곤란하다. 따라서 실질적으로는 원골재가 특정되지 않는 것으로 간주할 수밖에 없고, 재생골재의 생산공정에서 품질 관리의 빈도 및 알칼리 실리카 반응 억제 대책이 부조리할 정도로 과도하게 수행되었다. 이것은 일본에서 재생골재 원가상승으로 이어져 재생골재의 사용에 지장을 초래하게 되어 자원순환형 사회의 구축

[표 2] 재생골재 및 재생골재 콘크리트에 관한 JIS제정 및 개정의 취지와 내용

제정/개정	연도	규격번호	취지 및 내용
제정	2005	JIS A 5021	• JIS A 5308(레디믹스트 콘크리트)에서 이용가능한 재생골재의 품질, 제조, 시험검사
	2007	JIS A 5022	• 용도가 제한된 부재 및 부위(건조수축과 동결융해 작용을 받지 않는 부위)에 이용가능한 재생골재 및 구조용 콘크리트 품질, 제조, 시험검사
	2006	JIS A 5023	• 간이 제조가능하고 높은 품질이 요구되지 않은 부재 및 부위에서 이용가능한 재생골재 콘크리트의 품질, 제조, 시험검사
개정	2011	JIS A 5021	• 불순물 규제강화 • 원골재가 전부 특정된 경우의 검사 간소화
	2012	JIS A 5022	• 내동해성 시험에 합격한 굵은 재생골재 M의 사용 • 불순물 규제강화(H와 동등) • 알칼리실리카반응성에 관한 사용허가 및 시험검사(H와 동일)
		JIS A 5023	• 호칭강도 및 슬럼프의 확대 • 불순물량 규제도입 • 알칼리실리카 반응성에 관한 사용허가 및 시험검사(H와 동일)
추가보정 개정	2016	JIS A 5021 JIS A 5022 JIS A 5023	• 재생골재 염화물량 시험에서 시료용액의 pH조정허가
개정	2018	JIS A 5021	• 원골재의 특정방법의 확대 • 염화물량 시험방법의 변경 및 확대
		JIS A 5022	• 재생골재 L과 보통골재의 혼합골재를 사용한 콘크리트의 사용 및 재생골재 L의 품질규정과 검사방법의 강화 • 원골재의 특정방법의 확대 • 염화물량 시험방법의 변경 및 확대
		JIS A 5023	• 콘크리트 종류의 일체화 • 지정 및 협의사항의 설정 • 압축강도-슬럼프-공기량에 관한 시험과 검사의 합리화 • 원골재의 특정방법의 확대 • 염화물량 시험방법의 변경 및 확대

의 관점에서 바람직하지 않다고 판단되었다.

바로 여기서, 상기의 문제를 극복하기 위해 구조물의 해체 후 중간처리 시설에 운반된 폐콘크리트에서 원골재를 확인하는 방법을 도입하기로 했다. 즉, 중간처리 시설에서 반입한 폐콘크리트 10 톤당 호박돌 크기(원문에서는 성인 머리크기 정도로 함)의 폐콘크리트 덩어리를 채취하여 면밀히 골재를 관찰하고 산지와 품명이 불분명한 채로 특정하는 방법을 추가했다. 그러나 원콘크리트를 대신하여 프리캐스트 콘크리트 제품이 그대로 반입된 경우에는 파쇄하여 파단면을 노출시킬 필요가 있기 때문에, 폐콘크리트 덩어리에 부착물이 있는 경우에는 부착물을 제거할 필요가 있다. 또한 반입한 폐콘크리트가 동일 구조물에 발생한 폐기물임을 건설계폐기물 매니페스트(산업 폐기물 관리표)를 통해 확인할 필요가 있다.

### 3.2 원콘크리트의 반입

개정 전의 JIS에서는 분쇄·마쇄 등의 재생골재 H의 제조과정에서 경량골재는 분쇄되기 때문에 재생골재 H로 경량 골재가 혼합될 가능성이 낮아서 원콘크리트로 경량골재 폐콘크리트의 반입을 굳이 제한하지 않았다. 그러나 경량 골재의 혼입을 완전히 배제할 수 없고, 재생골재 M 및 재생골재 L 관해서는 경량골재 콘크리트의 수용 불가로 되어 있어 재생 골재 H, M, L의 3자간의 품질 관리의 균형이 고려된 “원콘크리트(폐콘크리트)는 경량 골재를 사용한 콘크리트를 사용해서는 안된다.”라는 규정이 추가되었다.

### 3.3 재생골재 H 염화물량 시험방법



부록 개정 전의 JIS에서는 재생골재의 염화물량 시험은 JIS A 5002 (구조용 경량 콘크리트 골재)의 5.5 (염화물)에 의거하여 실시하는 것으로 되어 있지만, 경화 후 상당한 시간이 경과한 콘크리트에서 생산된 재생골재는 염화물을 추출한 시료 용액의 강알칼리성의 영향으로 정확한 염화물량 측정이 곤란했기 때문에, 부록 개정에서 방해 이온의 영향이 있는 경우에는 추출한 상등액의 pH를 약 7로 조정하게 되었다. 또한 이번 개정에서 재생골재의 염화물량 시험방법으로 미리 pH를 조정하도록 규정되어 JIS A 1154 (경화 콘크리트 중에 포함되는 염화물 이온의 시험 방법)가 추가되었다.

또한 JIS A 5002의 5.5에 규정된 질산은(AgNO3) 적정법의 지표인 크롬산칼륨은 “독극물 단속법”에 근거한 특정 화학 물질 장해 예방 규칙의 대상 물질이며 취급이 어려웠다. 이번 개정에서는 시료 용액 중의 염화물 이온 농도의 측정은 JIS A 1144 (플레인 콘크리트의 물의 염화물 이온 농도 시험 방법)의 조항 4 (분석 방법)로 하도록 변경되며, 염화물 이온량의 분석 방법은 질산은 적정법 (지시약: 플루오 레세인 나트륨 용액, fluorescein sodium; C20H10Na2O) 이외에 흡광 광도법 및 전위차 적정 방법도 가능해졌다.

#### 4. 재생 골재 M에 관한 개정 (JIS A 5022)

이번에 주목해야하는 개정사항은 혼합골재에 대한 규정이다. 2018년 재생골재 M의 개정에서는 재생골재 L과 보통골재의 혼합골재를 사용한 콘크리트의 사용 및 재생골재 L의 품질규정과 검사방법의 강화를 다루고 있다.

##### 4.1 재생골재 L과 일반 골재와 혼합 사용

지금까지 재생골재 콘크리트는 사용되는 재생골재의 가장 낮

은 품질에 따라 분류된 [표 3]에 나타난 것처럼 그 적용 범위로 제한되어왔다. 예를 들어, 인공 경량골재를 제외한 JIS A 5308 부속서 A (레미콘 용 골재)에 적합한 골재(이하, 보통 골재)에 재생 골재 L이 소량 혼입한 것만으로도 재생골재 콘크리트 L로 분류되어 구조상 주요 부재 및 내구성이 요구되는 부위에 사용이 제한되어왔다. 부재 및 부위에 재생골재 콘크리트를 이용하려고 하면 재생골재 L보다 높은 품질의 재생골재를 사용하지 않으면 안되기 때문에, 재생골재 제조시 분쇄·마쇄·분급 등의 처리가 필요하고, 생산 효율의 저하를 초래하고, 관리·검사에 걸리는 노력·비용도 증대로 이어진다. 결과적으로 재생골재 콘크리트의 이용이 진행되지 않는 요인이 되고 있다.

하지만, 그러나 낮은 품질의 재생 골재도 보통 골재와 혼합 사용하여 구조용 부재 및 내구성이 요구되는 부위에 이용할 수 있는 품질·성능을 갖춘 콘크리트 제조가 국내외의 많은 연구에 의해 밝혀지고 있다. 또한 해외에는 낮은 품질의 재생골재와 일반 골재를 혼합 이용한 재생골재 콘크리트 구조물에서의 이용을 전제로 재생골재 및 재생골재 콘크리트의 규격·기준을 정비 나라도 있다.

이러한 배경하에 재생골재 L과 보통골재를 혼합 이용한 콘크리트를 JIS A 5022에서 규정하는 검토가 이루어졌다. <그림 1>에 나타난 바와 같이, 재생골재 L과 보통골재를 혼합 이용한 콘크리트에서는 그 강도·탄성 계수 건조 수축·중성화 저항성은 두 골재의 혼합 비율에 따라 선형으로 변화하는 재생 골재 L의 혼합 비율을 일정한 값 이하로 제한함으로써, 재생 골재 M을 이용한 콘크리트와 동등한 품질·성능을 쉽게 얻을 수 있다고 생각 된다.

그러나, 낮은 품질의 재생 골재도 보통 골재와 혼합 사용하여 구조용 부재 및 내구성이 요구되는 부위에 이용할 수있는만한 품질·성능을 갖는 콘크리트를 제조 할 수있는, 국내외의 많은 연구에 의해 밝혀지고있다. 또한 해외에는 낮은 품질의 재생 골재와 일반 골재를 혼합 이용한 재생 골재 콘크리트 구조물에서

[표 3] 재생골재 콘크리트의 적용범위

종류	호칭강도 범위	적용용도
재생골재 H를 사용한 콘크리트	18~45 MPa	모든 부재 및 부위(구조용 및 비구조용)
재생골재 M을 사용한 콘크리트	18~36 MPa	건조수축과 동결융해작용의 영향을 받기 어려운 부재 및 부위
재생골재 L을 사용한 콘크리트	18~24 MPa	고강도 및 내구성을 요구하지 않은 부재 및 부위(버림 콘크리트, 뒷채움 콘크리트 등)

의 이용을 전제로 재생 골재 및 재생 골재 콘크리트의 규격·기준을 정비 나라도 많았다. 이러한 배경하에 재생 골재 L과 보통 골재를 혼합 이용한 콘크리트를 JISA 5022에서 규정하는 검토가 이루어졌다. <그림 1>에 나타낸 바와 같이, 재생 골재 L과 보통 골재를 혼합 이용한 콘크리트에서는 강도·건조수축·중성화 저항성은 두 골재의 혼합 비율에 따라 선형으로 변화하고, 재생골재 L의 혼합 비율을 일정한 값 이하로 제한함으로써, 재생골재 M을 이용한 콘크리트와 동등한 품질 및 성능을 쉽게 얻을 수 있다고 생각된다.

위원회 논의 결과, 재생골재 L과 보통골재를 혼합 이용한 콘크리트가 JIS A 5022에 규정되게 되었다. 그러나 소량의 혼입이 콘크리트의 품질·성능에 큰 영향을 미치는 경우에 대해서는 그 혼입을 방지할 수 있는 제약 조건이 형성되어있다. 이 개정 내용은 재생골재 및 재생골재 콘크리트의 공급자뿐만 아니라 재생골재 콘크리트의 사용에도 매우 중요하다.

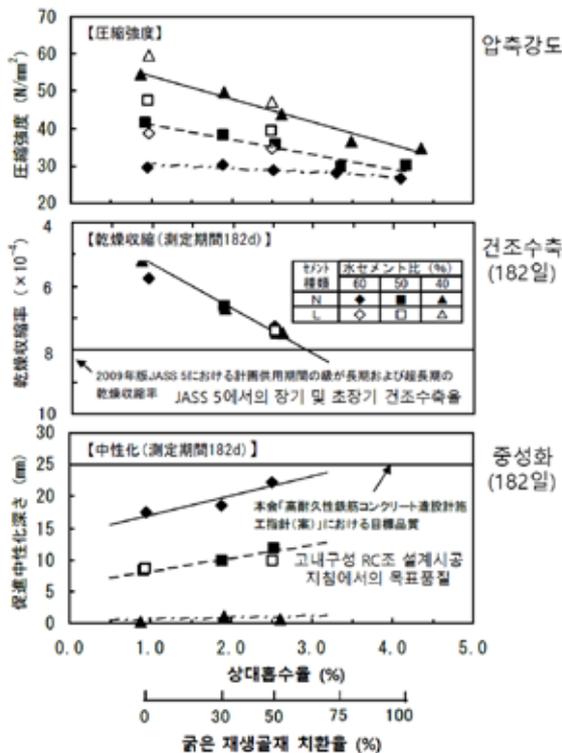


그림 1. 상대습수율과 재생골재 콘크리트의 물성관계 (치환율 50%, W/C = 50%)  
(여기서, 시멘트종류 N과 L은 각각 보통포틀랜드 시멘트, 저열시멘트를 지칭함)

(1) 규격 명칭 및 적용 범위

개정 전의 JIS는 부속서에 규정 된 재생골재 M이 골재의 전부 또는 일부에 사용된 콘크리트에 관한 규격이라는 평가에서 표준 이름을 “재생골재 M을 이용한 콘크리트”으로 하였지만, 규격의 적용 범위에 재생골재 L과 보통골재를 혼합 이용한 콘크리트가 포함되기 때문에 표준 이름이 “재생골재 콘크리트 M”으로 변경하였다.

(2) 골재의 혼합에 의한 콘크리트의 구분

기존의 재생 굵은 골재 M 및 재생 잔골재 M을 각각 단독으로 또는 각각 보통 굵은 골재 및 일반 잔골재와 혼합하여 사용, 재생 굵은 골재 L 및 재생 잔골재 L을 각각 보통 굵은 골재 및 일반 잔골재와 혼합하여 사용하는 등 골재의 조합이 다양화되었다. [표 4]에 골재구성에 따른 구분과 콘크리트(제품)의 호칭의 예를 나타낸다.

(3) 재생 골재 L의 혼합 방법

재생골재 L과 보통골재를 혼합 이용한 콘크리트에서 재생골재 M을 이용한 콘크리트와 동등한 품질을 확보하기 위해서는 재생골재 L의 혼합 비율에 상한을 마련할 필요가 있다. 혼합 후 골재에서 재생 골재 M과 동등한 흡수율을 얻을 수 있도록 하기 위한 조치로 재생골재 혼합 비율에 상한이 설정되고, 각각 50% 및 30%로 규정되었다. 입도에 의한 구분이 다른 재생 굵은 골재 L과 보통 골재를 혼합 이용한 콘크리트의 품질·성능에 대해서는 충분한 결과를 얻을 수 없다. 예를 들어, 재생 굵은 골재 L4020을 50% 보통골재 2005를 50%의 비율로 혼합 이용한 콘크리트가 재생골재 콘크리트 M으로 품질·성능을 충족할지는 불분명하다. 따라서 “입도에 의한 구분이 다른 것끼리 혼합해서는 안된다”라는 규정이 마련됐다. 즉, 혼합 후 굵은 골재의 입도에 따른 구분을 4005로하는 경우에는 재생 굵은 골재 L4005과 보통골재 4005을 혼합하여 사용하여야 한다.

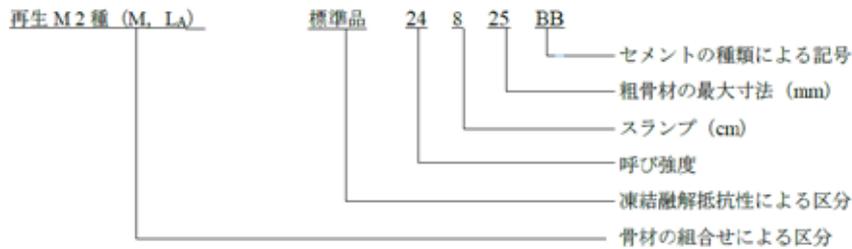
(4) 재생골재 L 및 혼합 골재의 품질

재생골재 L과 보통골재를 혼합 이용한 콘크리트에서 재생골재 M을 이용한 콘크리트와 동등한 품질·성능을 가지고 있음을 보장하기 위해서는 혼합비율 규정으로 부족하다. 왜냐하면, JIS



[표 4] 재생골재 콘크리트 M에서의 골재 구성에 따른 구분

골재 구성	굵은골재		잔골재	
	내용	골재기호	내용	골재기호
재생M 1종	굵은골재 전부가 굵은 재생골재	M	잔골재 전부가 보통골재	N
	굵은 재생골재 M에 보통골재를 혼합한 경우	MA		
	굵은 재생골재 L에 보통골재를 혼합한 경우	LA		
재생M 2종	굵은골재 전부가 굵은 재생골재	M	잔골재 전부가 재생잔골재	M
	굵은 재생골재 M에 보통골재를 혼합한 경우	MA	재생잔골재 M에 보통골재를 혼합한 경우	MA
	굵은 재생골재 L에 보통골재를 혼합한 경우	LA	재생잔골재 L에 보통골재를 혼합한 경우	LA
	굵은골재 전부가 보통골재	N		



재생골재 콘크리트의 호칭  
 주) 왼쪽부터 골재구성, 동결융해저항성, 호칭강도, 슬랩프, 굵은골재 최대치수, 시멘트종류

A 5022 및 JIS A 5023과는 규정 항목 및 규정 내용이 다른 JIS A 5022가 더 엄격한 규정의 성격을 가지고 있기 때문이다. 따라서 골재의 혼합 비율에 따라 선형적으로 변화하는 품질(절건밀도, 흡수율, 미분량, 입도, 염화물량 등)은 혼합 후 골재가 JIS A 5022 부속서 A 규정 값을 만족해야 한다는 규정이 마련됐다.

JIS A 5023 부속서 A의 재생 골재 L의 불순 물량의 상한은 JIS A 5022 부속서 A의 상한치보다 크게 설정되어있다. 재생골재 L이 재생 골재 콘크리트 M에 이용되는 경우에는 불순물이 소량 존재하고 있어도 콘크리트의 품질·성능에 큰 영향을 줄 수 있기 때문에 재생 골재 L의 불순 물량은 JIS A 5022 부속서 A에 규정 값을 만족해야 한다는 규정이 마련됐다.

#### 4.2 재생골재 콘크리트 M의 알칼리 실리카 반응 억제 대책 방법

JIS A 5022에는 재생 골재 콘크리트 M의 알칼리 실리카 반응 (ASR) 억제 대책으로 다음의 다섯 가지 방법이 규정되어 있다.

- a) 콘크리트의 알칼리 총량 3.0kg/m<sup>3</sup> 이하
- b) ASR 억제 효과가 있는 혼합 시멘트 등의 사용 + 콘크리트의 알칼리 총량 3.5kg/m<sup>3</sup> 이하
- c) ASR 억제 효과가 있는 혼합 시멘트 등의 사용 + 콘크리트의 알칼리 총량 4.2kg/m<sup>3</sup> 이하
- d) ASR 억제 효과가 있는 혼합 시멘트의 사용 + 단위 시멘트량의 상한값
- e) 안전하다고 인정되는 골재의 사용

알칼리 총량을 규제하는 경우 (a~c의 경우)에는 재생골재 M 중의 전체 알칼리량은 시험에 근거하는 방법 이외에, 실적 기반의 재생골재 M의 흡수율 및 부착 시멘트 페이스트량과의 관계, 그리고 수십 년 전에 시멘트에 포함된 알칼리량의 최대치에서 안전 범위에 다다르기 위한 추정식에 근거하여 간편한 방법을 설명했다. 위원회에서 검토 결과 간편한 방법의 근거 데이터는 재생골재 L도 포함되어 재생 골재 L에 대해서도 기존의 5가지가 적용하였다. 그러나 재생 굵은 골재 L 및 재생 잔골재 L 전체 알칼리 량의 최대값은 각각 0.25%와 0.50%로 되었다.

## 5. 재생골재 L에 관한 개정 (JIS A 5023)

### 5.1 규격 명칭

JIS A 5022에 따라 표준 명칭이 “재생골재 콘크리트 L”로 변경되었다.

### 5.2 종류 및 지정·협의 사항

개정 전의 JIS에서는 재생골재 콘크리트 L 유형은 표준품, 염분규제품 및 발주품의 3 종류로 구분되어 있었지만, 염분규제품은 생산 실적이 거의 없었다. 지금까지 주문 제품은 표준품에 없는 슬럼프가 지정된 경우에 대한 대응이 대부분이어서, 3 종류의 구분이 폐지됨과 동시에 염화물 함유량과 공기량 등의 품질이 지정되는 경우를 상정하여 JIS A 5308 및 JIS A 5022과 마찬가지로 다음과 같은 지정·협의 사항이 마련됐다.

- a) 시멘트의 종류
- b) 굵은 골재의 최대 치수
- c) 혼화 재료의 종류 및 사용량
- d) 염화물 함유량의 상한치
- e) 호칭 강도를 보증하는 재령
- f) 공기량
- g) 일반 골재와 혼합 사용하는 경우 재생 잔골재 L · 재생 굵은 골재 L양 혼합율
- h) 필요 사항

또한 슬럼프에 관해서는 10cm와 12cm의 수주 실적이 지속적으로 있고, 품질 관리 문제도 크게 없어서 슬럼프의 표준값은 “8cm, 10cm(추가), 12cm(추가), 15cm, 18cm”로 개정되었다.

### 5.3 공기량·염화물 함유량의 값과 검사 지점

지정·협의 사항에 공기량이 지정된 경우, 그 허용차는 개정 전의 JIS 규격 주문제품의 규정이 답습되고  $\pm 2.0\%$ 로 되었다. 또한 슬럼프와 마찬가지로, 운반 중의 품질 변화가 적절하게 고려되어 있으면, 납품 당사자 간의 협의에 의해 공기량은 하역 지

점에서의 값이 아닌 공장 값으로 지정할 수 있는 것으로 되었다. 또한 지정·협의 사항에서 염화물 함유량이 지정된 경우 개정 전의 JIS의 염분 규제품의 내용이 답습되고, 하역 지점에서 염화물 이온량은  $0.30 \text{ kg/m}^3$  이하여야 한다. 구매자의 승인을 받은 경우에는 그 값을  $0.60 \text{ kg/m}^3$  이하로 변경할 수 검사는 공장에서 할 수 있는 것이 규정되었다.

### 5.4 검사의 빈도

재생골재 콘크리트 L의 슬럼프 시험 빈도는 개정 전의 JIS에서는 “슬럼프 값에 대해 배송일 하루에 최소 1회”라고 규정되어 있으며, 높은 품질과 안정성이 요구되는 재생골재 콘크리트 M보다 엄격한 규정으로 다소 불합리하였다. 또한 공장의 실태로서 단위수량은 시험비비에 의해 결정되는 것과 동시에, 공정 관리, 슬럼프 시험은 적어도 하루에 한 번 실시되고 있기 때문에 재생골재 콘크리트 L에서도 슬럼프는 충분히 관리가 이루어지고 있다고 판단되었기 때문에 그 시험 빈도는 JIS A 5022과 마찬가지로 “150m<sup>3</sup>에 대해 1회를 기준으로 한다”라고 개정되었다.

한편, 압축강도 시험 빈도는 개정 전의 JIS에서는 “호칭 강도에 따라 1주일에 최소 1회”로 규정되어 있었지만, 압축강도 시험용 공시체의 제작 슬럼프 시험 및 공기량 시험을 모두 동시에 실시하는 것이 합리적이라고 판단되었기 때문에, 압축강도 시험 빈도도 “150m<sup>3</sup>에 대해 1회를 기준으로 한다”라고 규정이 개정되고 공기량도 동등한 빈도로 시험을 실시하는 것으로 되었다.

또한, 염화물 함유량 시험 빈도는 개정 전의 JIS의 염분 규제품에 대한 내용이 답습되고, “1일 1회를 기준으로 한다”고 규정했다.

## 6. 결론 및 시사점

국내 콘크리트용 순환골재 품질기준이 1999년 제정(KS F 2573)되고, 2006년, 2017년 개정을 통하여 콘크리트에 적용시 설계기준강도 범위와 골재 사용량은 아래와 같이 제한되었다.



(2006년 개정에서 비구조용에 한하여 30% 이내 혼합사용)  
 (2017년, 27 MPa 이하, 굵은골재 용적은 60% 이하, 잔골재 용적의 30% 이하)  
 (2017년, 순환골재의 혼합사용시 총 골재용적의 30% 이하)  
 (한편, GR인증에서 순환골재는 50% 이상 사용하도록 규정-재활용촉진법)

순환골재의 재활용 용도는 생산량의 대부분이 도로기층용, 되메우기, 뒷채움, 성복토용으로 활용되며, 콘크리트용에 대한 사용은 매우 낮은 것은 주지의 사실이며, 이에 따라, 고품질순환골재 생산설비 및 인증에도 불구하고 현재의 재활용 시장요구에 대응하는 중저품질의 순환골재가 양산되고 있는 실정이다. 한편, 순환골재의 효과적이고 실질적인 재활용을 향상시키기 위한 관련제도의 개선(안) 마련이 절실히 요구되고 있는 실정임에도 불구하고 골재품질 및 이물질 규정과 관련된 산업분야 인식의 부족에 따른 장애요인이 지속되고 있다. 국내 순환골재 사용 콘크리트에 관한 규정은 순환골재의 물리적인 물성외에 일본 JIS에 비하여 상대적으로 상세하지 않고, 콘크리트 사용에 대한 규정도 매우 제한적(고품질 순환골재)으로 설정되었다.

일본의 JIS에서는 재생(순환)골재를 사용한 콘크리트를 골재 등급별로 규정하였으며, 특히 2018년 전면적인 개정에서는 천연골재자원 고갈과 자원순환사회 구축을 위하여 콘크리트용 골재에 혼합골재(보통골재 + 저품질 재생골재)를 사용 방법에 대한 새로운 규정을 추가하였다.

우리나라보다 앞선 일본의 순환골재(이하, 재생골재) 규정은 재생골재 및 재생골재를 사용한 콘크리트에 관한 3종(H, M, L ; JIS A 5021, 5022, 5023)이 있으며, 2005~2007년에

제정되고 2011~2012년 개정, 2016년 추가/보정을 거쳐 2018년 5월에 대폭 수정되었다.

(호칭강도 범위 : 재생골재 콘크리트 H(18~45 MPa), M(18~36 MPa), L(18~24 MPa))  
 (H : 구조용 비구조용 구분없이 모든 부재 부위에 적용가능)  
 (M : 건조수축과 동결융해의 영향을 거의 없는 부재 부위)  
 (L : 고강도, 내구성이 요구되지 않는 부재 부위)

특히, 이번 개정 가장 중요하게 주목해야 할 부분은 원골재의 특정방법과 혼합골재(저품질 재생골재 + 보통골재)를 사용한 콘크리트 사용, 콘크리트 종류의 일체화부분이다. 원골재의 특징은 폐콘크리트(해체구조물의 공사기록, 콘크리트 배합표를 포함)에서 생산한 재생골재의 원산지, 색상, 입형, 크기 등의 정보를 향후 콘크리트 활용에 제공함으로써 중간처리(제조과정의) 품질관리를 업그레이드를 하였다. 한편, 중품질 재생골재에 관한 개정에서 저품질 재생골재와 보통골재를 혼합한 혼합골재의 이용을 추가함으로써 제조자의 부담을 경감시키고자 하였고 혼합골재의 구성과 혼합비율, 품질검사 방법을 체계화 하였다. 따라서, 국내 콘크리트용 순환골재 품질 기준 수준을 고려할 때, 혼합골재에 대한 사용성 검토 및 활용 방안 도출은 시의성이 매우 높다 하겠다.

집필자 주: 본 기사는 개정된 JIS A 5021~5023과 일본 건설부산물 리사이클 홍보추진회의에 발행하는 기간지-[건설리사이클]2018-Vol.84의 특집기사 일부(저자 : Noguchi Takafumi 교수, 도쿄대)를 참조하여 작성되었음을 알림.

담당 편집위원 : 박원준(강원대학교)