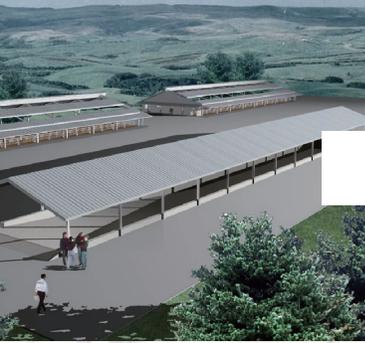


환경부 수생태보전과 - 1062(2008.8.13)
건설교통부 공고 제 1999-120호(1999.4.9)



가축분뇨 자원화시설 표준설계도



농림수산식품부



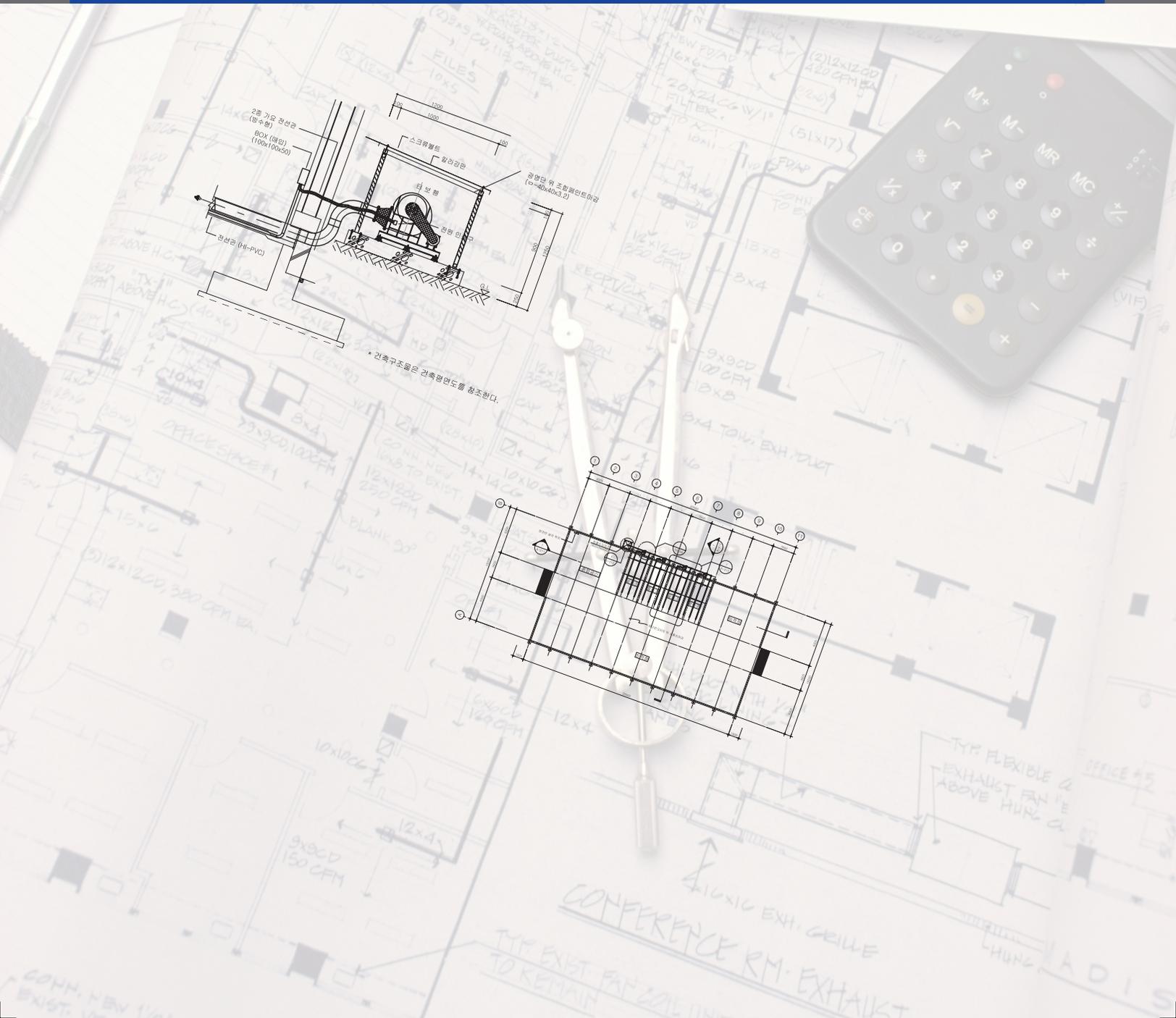
환경부



농협중앙회

환경부 수생태보전과 - 1062(2008.8.13)
건설교통부 공고 제 1999-120호(1999.4.9)

가축분뇨 자원화시설 표준설계도 (해설서)



목 차

I. 가축분뇨 자원화시설의 설계개요

1. 설계의 개요	3
1) 설계의 배경	3
2) 설계의 목적	3
3) 설계의 범위와 방향	3
4) 가축분뇨 자원화시설 표준설계도서 사용 방법	4
2. 축종별 배출원단위 및 축사면적	7
1) 축종별 배출원단위	7
2) 축종별 축사면적	9
3) 축분의 함수율 계산	9
3. 가축분뇨 자원화시설의 처리조건	11
1) 각 처리시설의 설계조건	11
2) 발효 전·후 퇴비의 용적증	12
3) 강수량과 증발량에 따른 액비저장조의 여유고	13
4. 가축분뇨 자원화시설의 용량계산식	14
1) 축사 100㎡당 축종별 사육두수 및 분뇨발생량	14
2) 축종별 퇴비사 용량계산식	14
3) 축종별 통풍식 톱밥발효시설 용량계산식	18

4) 축종별 교반식 톱밥발효시설 용량계산식 (직선형)	22
5) 축종별 교반식 톱밥발효시설 용량계산식 (순환형 로타리식)	25
6) 퇴비단 여과시설 용량계산식	30
7) 축종별 호기액비화시설 용량계산식	31
8) 액비저장조	40
9) 톱밥갈짚우사의 퇴비사 용량계산식	41

II. 가축분뇨 자원화시설 개요

1. 퇴비사	45
2. 통풍식 톱밥발효시설	50
3. 교반식 톱밥발효시설 (직선형)	58
4. 교반식 톱밥발효시설 (순환형 로타리식)	66
5. 퇴비단 여과시설	73
6. 호기액비화시설	77
7. 톱밥갈짚우사의 퇴비사	82

I. 가축분뇨 자원화시설의 설계 개요

1. 설계의 개요

1) 설계의 배경

인구증가 및 국민 생활수준의 향상과 더불어 육류소비의 증가로 소, 돼지, 닭 등과 같은 가축의 사육두수가 꾸준히 증가해 왔으며, 이에 따라 가축분뇨의 발생량도 증가해 왔고, 가축분뇨에 의한 오염문제가 환경에 있어서 주요 관심사로 대두되기 시작되었다.

가축분뇨를 처리하는 다양한 방법이 있으나 환경에 대한 오염을 최대한 억제하고 가축분뇨를 자원으로 재활용하기 위한 방법으로 퇴비화 및 액비화에 대한 적절하고 효과적인 지침서가 필요하고 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률 제 16조에 따라 축산농가의 가축분뇨를 적정하게 자원화 하거나, 처리하는데 도움이 되고자 자원화시설 표준설계도를 제작한다.

2) 설계의 목적

본 표준설계도는 가축분뇨의 자원화시설(퇴비화·액비화시설)에 대한 효율적이고 이론적인 체계를 수립하고 퇴비화·액비화 공정을 기술적 및 경제적 관점에서 검토, 선정하여 자원화 시설에 대한 적정한 유지관리 지침을 제시함으로써 시설 설치에 따른 농가의 설치 및 설계 비용부담을 줄이고 가축분뇨 자원화공정을 표준화함으로써 가축분뇨를 적정하게 자원화 하거나, 처리하여 환경과 조화되는 축산업 발전 및 국민보건의 향상과 환경보전에 이바지함을 목적으로 한다.

3) 설계의 범위와 방향

- 가) 본 표준설계도는 퇴비사, 통풍식 톱밥발효시설, 교반식 톱밥발효시설, 퇴비단여과시설, 호기액비화시설, 액비저장조, 톱밥갈짚우사의 퇴비사에 대하여 법률 기준에 적합하도록 각 처리 방식별 규격 및 형태를 현실화, 다양화하여 모든 축산농가에서 효율적으로 이용토록 하였다.
- 나) 퇴비사는 지상에서 톱밥혼합 인력교반형으로 설계 반영하며, 개 사육시설의 경우도 반영하였다.
- 다) 통풍식 톱밥발효시설과 교반식 톱밥발효시설의 경우 퇴비화시설에 유입되는 가축분뇨를 분만 분리되어뇨와 세정수는 별도의 처리시설에서 처리됨을 원칙으로 하였으며, 분뇨 혼합식 돈사에서도 적용 가능하도록 설계하였다.
- 라) 퇴비단여과시설을 설계 반영하였으며, 퇴비단여과시설에 유입되는 가축분뇨는 분뇨 혼합식 돈사의 분뇨만을 대상으로 하였다.
- 마) 젖소 및 돼지의 축사에서 배출되는 분뇨를 고액분리후 액상물을 대상으로 하여 단독형과 정화연계형 호기액비화시설을 설계 반영하였다.

바) 액비저장조는 호기액비화시설에서 생산된 액비를 저장하는 시설로, 용량별, 형태별로 설계하였다.
 사) 톱밥깔짚우사의 퇴비사 표준설계도서는 농림수산식품부의 “가변형 축사 표준설계도”의 한
 우, 육우 및 젓소의 톱밥깔짚우사를 대상으로 하는 톱밥깔짚우사의 퇴비사를 설계하였다.

아) 설계 대상 및 방향

- 퇴비사
 - 축 종 : 젓소(분뇨 분리식), 한우(분뇨 분리식), 돼지(분뇨 분리식), 닭, 개(분뇨 분리식)
- 통풍식 톱밥발효시설
 - 축 종 : 젓소(분뇨 분리식), 한우(분뇨 분리식), 돼지(분뇨 분리식, 분뇨 혼합식), 닭
- 교반식 톱밥발효시설(직선형, 순환형) -에스컬레이터식, 로타리식, 스크류식
 - 축 종 : 젓소(분뇨 분리식), 한우(분뇨 분리식), 돼지(분뇨 분리식, 분뇨 혼합식), 닭
- 퇴비단 여과시설
 - 축 종 : 돼지(분뇨 혼합식)
- 호기액비화시설
 - 축 종 : 젓소(분뇨 혼합식), 돼지(분뇨 분리식, 분뇨 혼합식)
- 톱밥깔짚우사의 퇴비사
 - 축 종 : 젓소, 한우

4) 가축분뇨 자원화시설 표준설계도 사용 방법

가) 본 표준설계도는 젓소, 한우, 돼지, 닭, 개 사육시설의 사육규모별로 적용할 수 있도록 표준화 하였다.

나) 표준설계도의 구성

- 표준설계도는 해설서, 시방서, 예시도면으로 구성된다.
- 해설서

모든 축산농가 및 설계자가 표준설계도를 쉽게 이해하고 이용할 수 있도록 축종별 자원화 시설의 용량계산식을 산출방식과 함께 제시하였고 그 용량계산식을 근거로 축종별, 시설별 설계 예를 보여주고 있다. 또한 각 시설별로 세부구조 및 운전요령을 자세히 기술하여 설계 및 운전의 지침서가 되게 하였으므로 예시도면을 이용하지 않는 설계계산에도 이용될 수 있다.
- 시방서

표준설계도의 예시도면을 이용하여 공사를 행할 때 공사의 특수성, 지역여건, 공사방법 등

을 고려하여 도면에 구체적으로 표시할 수 없는 내용과 공사수행을 위한 시공방법, 자재의 성능, 규격 및 공법, 품질시험 및 검사 등 품질관리, 안전 관리 계획 등에 관한 사항을 기술하였다.

◦ 예시도면

표준설계도를 이용하고자 하는 축산농가가 건축설계 및 인허가시 이용할 수 있도록 시설별 가변형 건축구조와 함께 축종별 사육규모를 제시하였고 예시된 도면에 의해 시공이 가능하도록 도면은 건설교통부의 검토 승인(건설교통부공고 제1999-120호, 1999. 4. 9)을 받았다.

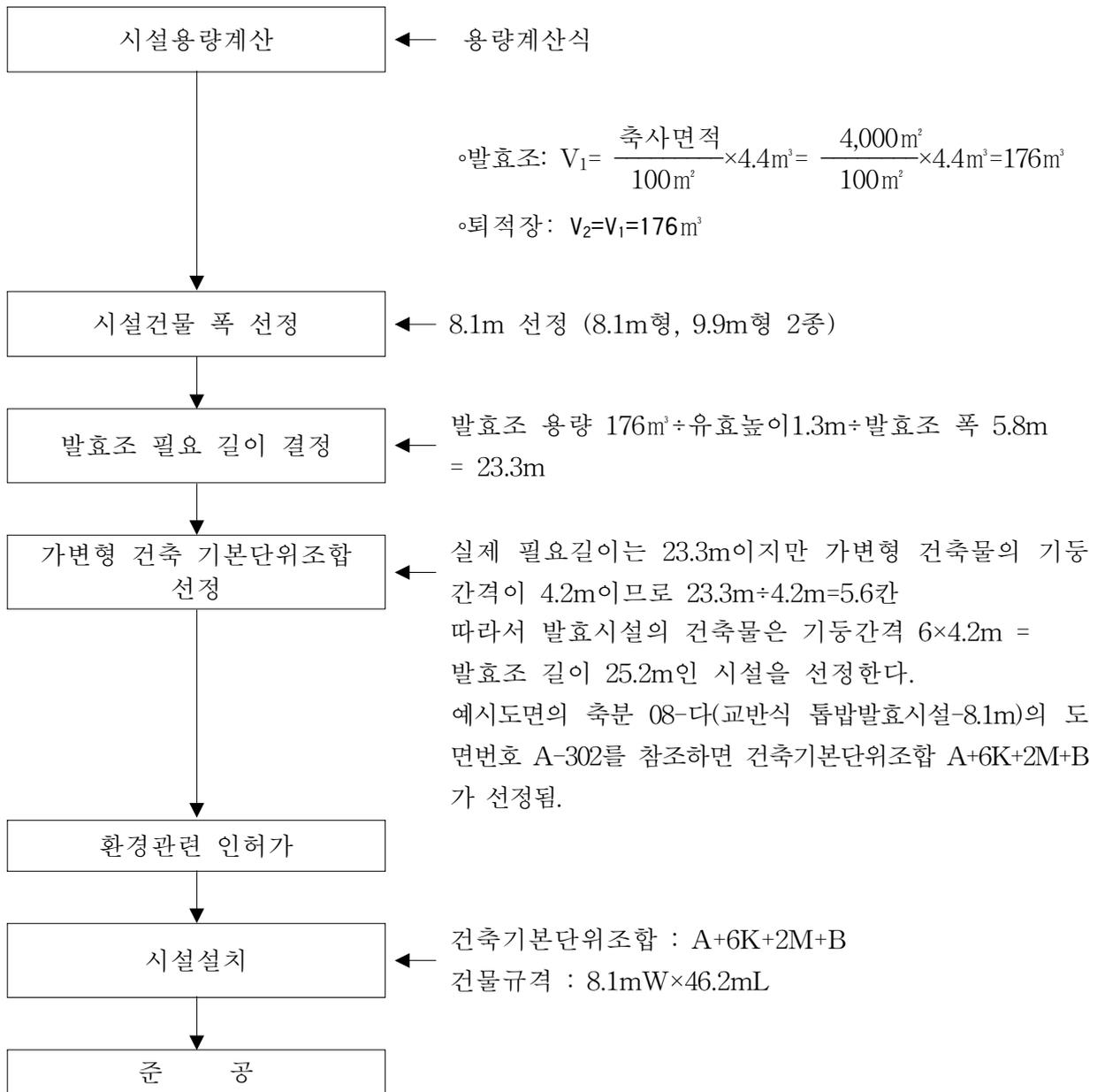
다) 표준설계도 이용

- 축종별, 사육규모별로 적절한 처리방법 및 규격을 선정한 후 본 표준설계도서의 예시도면을 이용할 수도 있고, 농가의 규모, 부지여건, 시설투자비등을 고려하여 별도의 건축설계를 하고자 하는 농가는 예시도면에서 제시한 가변형 건물규격과 다른 형태의 시설로 이용할 수 있으며 이 경우 자원화시설의 용량은 본 표준설계도서의 해설서의 용량계산식에 의해 구한 용량 이상의 것을 설치해야 한다. 또한 자원화시설의 세부구조 및 운전요령 등도 본 표준설계도서의 해설서를 이용해야 한다.
- 본 표준설계도에 명시된 분뇨 및 수분조절제의 수분함량, 호기성 액비화시설에서의 고액분리후 농도 등이 농가 여건에 따라 다를 경우, 해설서에 명시된 산식에 따라, 별도로 계산하여 적용하여야 한다.
- 향후 배출원단위가 변경될 경우, 부속서를 발행한 후, 변경된 배출원단위를 적용한다.
- 본 표준설계도에 의하여 기존 표준설계도(환경부 생오 67436-1019호(1999.8.10))는 폐지한다.

라) 예시도면 사용 예

예시도면을 이용하여 시설을 설치하고자 할 경우 아래와 같은 방법으로 시설 규격을 선정한다.

- 분뇨 분리식 돈사규모가 4,000m²인 양축농가가 직선형 에스컬레이터식으로 시설을 설치하고자 할 경우



2. 축종별 배출원단위 및 축사면적

1) 축종별 배출원단위

가) 젓소, 한우, 돼지 사육시설의 배출원단위

<표 2-1> 가축분뇨 배출원단위

(단위 : kg/일. 두)

구 분	젓 소	한 우	돼 지 (분뇨 혼합식)	돼지 (분뇨 분리식)	비 고
분	24.6	10.1	1.6	1.6	A B C=A+B
뇨	11.0	4.5	2.6	2.6	
계	35.6	14.6	4.2	4.2	
세정수량	10.0	0.0	0.0	4.4	D
가축분뇨 배출원단위	45.6	14.6	4.2	8.6	E=C+D

* 자료 : 환경부 고시 제1999-109호(1999. 7)

나) 닭 사육시설의 배출원단위

<표 2-2> 퇴비화시설 설계시 닭 사육시설에서의 배출원단위 기준

(단위 : kg/일. 수)

구 분	분	뇨	계	
닭	산란계	0.15	-	0.15
	육 계	0.13	-	0.13
평 균	0.14	-	0.14	

* 자료 : 하수처리장의 분뇨, 정화조 폐액, 축산폐수 연계처리방안에 관한 연구(환경부.1994)

다) 개 사육시설의 배출원단위

개 사육시설의 경우, 평균치로 성견의 50%(체중 12.5kg)를 기준으로 한다.

<표 2-3> 개의 배출원단위 기준

(단위 : kg/일. 두)

구 분	성견 배출량 (체중 25kg)	평균 배출량 (체중 12.5kg)	비 고
분	1.2	0.6	평균치로 성견의 50%적용
뇨	2.2	1.1	
계	3.4	1.7	

* 자료 : 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 하위법령 제정에 따른 규제영향 분석, 환경부, 2007

라) 퇴비화시설 설계 시 축사의 배출원단위

젓소(분뇨 혼합식), 돼지(분뇨 혼합식)의 경우를 제외하고 분뇨 분리식 축사의 분(糞)부분 배출원단위는 분리된 80%의 분량으로 산정한다.

<표 2-4> 퇴비화시설 설계 시 축사의 부분분 배출원단위

(단위 : kg/일. 두)

구 분	젓 소 (분뇨 분리식)	한 우 (분뇨 분리식)	돼 지 (분뇨 분리식)	돼지 (분뇨 혼합식)	비 고
분량	24.6	10.1	1.6	1.6	A
분리된 80%의 분량	19.7	8.1	1.3	-	$A' = A \times 0.8$
노량	-	-	-	2.6	
계	19.7	8.1	1.3	4.2	

개(분뇨 분리식)의 경우 분(糞)부분은 80%처리하고, 노는 별도 처리하는 조건으로 한다.

<표 2-5> 퇴비화시설 설계 시 개 사육시설의 배출원단위

(단위 : kg/일. 두)

구 분	분뇨분리식	비 고
분	0.6	
분리된 80%의 분량	0.48	
노	-	
계	0.48	

마) 호기액비화시설 설계를 위한 배출원단위

<표 2-6> 호기액비화시설 설계 시 배출원단위

(단위 : kg/일 · 두)

구분	젓소 (분뇨 혼합식)	돼지 (분뇨 분리식)	돼지 (분뇨 혼합식)	비고
분 80% 분리 후 분량	24.6 (분 100%)	0.3	1.6 (분 100%)	
노량	11.0	2.6	2.6	
세정수	10.0	4.4	0.0	
계	45.6	7.3	4.2	
고액분리고형분잔량	13.7(30%)	0.2(3%)	0.4(10%)	
고액분리여액량	31.9	7.1	3.8	

※ 고액분리기 종류에 따라 고형분 잔량이 차이가 많이 나므로, 일반적으로 80메쉬이하, 0.1mm 이하의 고액분리기로 고액분리 한 것으로 산정함.

2) 축종별 축사면적

<표 2-7> 축종별 마리당 축사면적 기준

축종	마리당 축사면적
소, 말	12m ² /두
돼지	1.4m ² /두
닭	(마리수 기준)
개	(마리수 기준)

- * 자료: - 축산폐수 정화시설 표준설계도 「보고서」 p144(환경부, '95. 11)
 - 소 사육시설의 경우 마리당 축사면적을 젓소, 한우 구분없이 동일하게 적용한다.
 - 닭·개 사육시설의 경우 마리당 기준으로 설계한다.

3) 축분의 함수율 계산

가) 축종별 생분의 평균 함수율 계산.

각종 자료를 보면 다소 차이가 있으므로 이들 자료의 평균값을 생분의 함수율로 정한다.

<표 2-8> 축종별 생분의 평균 함수율

구분	자료1	자료2	자료3	자료4	평균함수율
젓소	80%	84.4%	82.5%	-	82.3%
한우	78%	-	78.8%	-	78.4%
돼지	75%	73.1%	73.5%	-	73.9%
닭	78%	71.9%	-	74.8%	74.9%
개	-	-	-	-	73.9%

- °자료 1 : 퇴비화시설 설계 (표 II-2.) 축협중앙회.
 °자료 2 : 퇴비화시설 설계 (표 II-11)의 평균값. 축협중앙회
 °자료 3 : 전국 축산분뇨 적정관리 대책 연구, 한국 환경과학 연구협의회. 1990
 °자료 4 : 가축배설물의 처리이용 기술 (표 IV-2-1). 축협중앙회
 °평균함수율 : 자료 1,2,3,4,의 평균값
 °개의 분(糞) 함수율은 돼지를 기준으로 함

나) 퇴비화시설 설계적용을 위한 축분의 평균 함수율

<표 2-9> 축분의 평균 함수율

구 분	분량 (kg/일.두)	분의 함수율
젓 소(분뇨 분리식)	19.7	82.3%
한 우(분뇨 분리식)	8.1	78.4%
돼 지(분뇨 분리식)	1.3	73.9%
돼 지(분뇨 혼합식)	4.2	88.8%
닭	0.14	74.9%
개(분뇨 분리식)	0.48	73.9%

① 돼지(분뇨 혼합식) 분뇨의 함수율 계산

- 돼지의 분 배출원단위 및 함수율 : 1.6kg/일·두 (73.9%)
- 돼지의 뇨 배출원단위 및 함수율 : 2.6kg/일·두 (98%)

$$\begin{aligned}
 \text{돈 분뇨함수율} &= \frac{\text{분발생량} \times \text{분함수율} + \text{뇨발생량} \times \text{뇨함수율}}{\text{분뇨 발생량}} \\
 &= \frac{1.6\text{kg/일}\cdot\text{두} \times 73.9\% + 2.6\text{kg/일}\cdot\text{두} \times 98\%}{(1.6+2.6)\text{kg/일}\cdot\text{두}} \\
 &= 88.8\%
 \end{aligned}$$

3. 가축분뇨 자원화시설의 처리조건

1) 각 처리시설의 설계조건

표준설계의 처리일수 등 처리조건은 다음과 같이 한다.

유효퇴적고는 예시도면을 위한 것으로 제시한 유효고 이상으로 설치가능하다.

<표 3-1> 가축분뇨 자원화시설 처리조건

구 분	방식	처리 일수	유효 퇴적고	투입원료 함수율
퇴비사	호기	발효조 : 60일 퇴적장 : 30일	발효조 : 2m 퇴적장 : 2m	75%
통풍식 톱밥발효시설	호기	발효조 : 15일 퇴적장 : 45일	발효조 : 2m 퇴적장 : 2m	75%
교반식 톱밥발효 시설	직 선 형 (에스컬레이터식, 로타리식, 스크류식)	호기 발효조 : 30일 퇴적장 : 30일	발효조 : 1.3m 퇴적장 : 2m	75%
	순 환 형 (로 터 리 식)	호기 발효조 : 180일	발효조 : 0.8m	발효조 가동초 기에 톱밥을 깔 고 그 위에 축 분뇨 살포, 교반
퇴비단여과시설	호기	퇴비단 30㎡당 돈분뇨 슬 러리 1㎡살포 퇴적장 : 퇴비단 용량	퇴비단 : 1.8m 퇴적장 : 2m	돈분뇨 슬러리를 퇴비단 상부에 살포
호기액비화시설	호기	젓소(분뇨 혼합식) : 13일 돼지(분뇨 분리식) : 15일 돼지(분뇨 혼합식) : 30일 (*축사의 피트, 집수조, 액 비화조, 액비저장조 합계 : 180일)	액비화조:4m	-
톱밥깔짚우사의 퇴비사	호기	톱밥상 : 한우 30일 젓소 12개월 퇴비사 : 60일	2.3m	-
톱밥 함수율 (수분조절재)	톱밥의 함수율은 기후, 저장방법, 입경 등에 따라 20~30%로 차이 가 있으나 톱밥의 함수율이 높으면 분의 처리량이 줄고 톱밥량이 많 아져 경비가 많이 들며 퇴비의 용적이 증가되므로 가급적 수분이 적 게 하여 사용한다. 설계시 25%적용.			

2) 발효 전·후 퇴비의 용적중

<표 3-2> 톱밥이용 퇴비원료의 용적중(함수율, 퇴적높이별)

(kg/m³)

높이 cm \ 수분 %	50	100	150	200	250
40	400	400	400	400	400
44	400	400	400	400	400
50	400	400	400	400	400
54	400	420	450	470	490
58	470	510	530	560	590
60	510	550	580	610	640
62	590	640	670	680	700
64	670	730	760	760	770
66	720	780	800	800	800
68	760	790	800	800	800
70	790	800	800	800	800
74	790	800	800	800	800

주) 발효 종료시 용적중은 해당 용적중 × 0.9를 한다.

°자 료 : 퇴비화시설의 설계.(표Ⅱ-8) 축협중앙회. 1994

가) 발효전 용적중

본 표준설계도서에서는 투입원료의 퇴적고를 170cm ~ 200cm, 투입원료의 함수율을 75%로 하여 계산(74%적용)하며 그 때의 발효전 용적중은 800kg/m³으로 정한다.

나) 발효후 용적중

본 표준설계도서에서는 발효퇴비의 퇴적고를 170cm ~ 200cm, 발효퇴비의 함수율은 40% 이상 유지해야 하므로 그때의 발효후 용적중을 400kg/m³ × 0.9 = 360kg/m³으로 정한다.

다) 발효전후 평균비중(톱밥혼합 시)

$$\frac{\text{발효전 비중} + \text{발효후 비중}}{2} = \frac{800\text{kg/m}^3 + 360\text{kg/m}^3}{2} = 580\text{kg/m}^3$$

라) 발효전후 평균비중(분뇨분리 후 분만 사용 시)

투입원료의 함수율 75%보다 낮은 함수율을 갖고 있는 돈분과 계분은 톱밥 혼합 시와는 달리 분 덩어리의 공극을 감안(밀도가 큼)하여 발효전 용적중을 900kg/m³으로 정한다.

$$\frac{\text{발효전 비중} + \text{발효후 비중}}{2} = \frac{900\text{kg/m}^3 + 360\text{kg/m}^3}{2} = 630\text{kg/m}^3$$

3) 강수량과 증발량에 따른 액비저장조의 여유고

가) 강수량과 증발량 차이에 의한 저장조 여유고

<표 3-3> 지역별 평균 강수량 및 증발량

(단위 : mm)

구 분	강수량	증발량	비 고
서울·경기	1,254.1	1,123.9	서울, 인천, 수원
강 원	1,337.0	1,181.0	속초, 춘천, 강릉
충 북	1,225.1	1,079.9	청주
충 남	1,293.0	1,082.2	서산, 대전
전 북	1,244.0	1,095.9	군산, 전주
전 남	1,300.2	1,234.0	광주, 목포, 여수
경 북	1,090.9	1,278.8	울진, 안동, 포항
경 남	1,418.7	1,181.6	울산, 부산, 진주
제 주	1,653.9	1,245.9	제주, 서귀포
평 균	1,313.1	1,167.0	

°자료: 기상연보(기상청), 1971 ~ 2000년 평년값

<표 3-4> 지역별 7월, 8월, 9월 평균 강수량

(단위 : mm)

구 분	7월	8월	9월	비 고
서울·경기	279.4	314.2	132.5	서울, 인천, 수원
강 원	238.8	297.4	185.3	속초, 춘천, 강릉
충 북	265.3	271.4	133.2	청주
충 남	261.6	283.6	142.0	서산, 대전
전 북	253.7	252.9	130.0	군산, 전주
전 남	251.0	233.1	135.8	광주, 목포, 여수
경 북	188.1	200.3	154.0	울진, 안동, 포항
경 남	248.4	252.1	162.8	울산, 부산, 진주
제 주	269.3	257.8	176.2	제주, 서귀포
평 균	247.0	256.1	152.4	

°자료: 기상연보(기상청), 1971 ~ 2000년 평년값

<표 3-3>에서 볼 때 지역적 차이는 있으나, 우리나라는 증발량에 비해 강수량이 150mm정도 약간 많은 특징을 가지고 있으며, <표 3-4>에서와 같이 집중호우가 예상되는 7, 8, 9월중 최장 1개월간 증발을 기대할 수 없는 최악의 조건을 가정, 저장조의 여유고는 0.3m이상으로 한다.

4. 가축분뇨 자원화시설의 용량계산식

1) 축사 100㎡당 축종별 사육두수 및 분뇨 발생량

<표 4-1> 축사 100㎡당 축종별 사육두수 및 분뇨 발생량

구 분	사육 두수	마리당 분량 (kg/일·두)	마리당 분뇨량 (kg/일·두)	분 발생량 (kg/일)	분뇨 발생량 (kg/일)	함수율 (%)
젓 소 (분뇨분리식)	8.3두/100㎡	19.7		163.5		82.3
한 우 (분뇨분리식)	8.3두/100㎡	8.1		67.2		78.4
돼 지 (분뇨분리식)	71.4두/100㎡	1.3		92.8		73.9
돼 지 (분뇨혼합식)	71.4두/100㎡		4.2		299.9	88.8
닭	1,000수 사육규모	0.14		140		74.9
개 (분뇨분리식)	100두 사육규모	0.48		48		73.9

2) 축종별 퇴비사 용량계산식

가) 젓소 사육시설(분뇨 분리식, 사육시설의 면적 100㎡ 기준)

- ① 분 배출량 : 163.5kg/일
- ② 발효조 용량 (V₁)

설 계 조 건			
분의 함수율	82.3%	톱밥의 함수율	25%
투입원료 함수율	75%	발효 전·후 평균비중	580kg/m ³

$$\text{식1) 톱밥첨가량} = \text{축분발생량} \times \frac{\text{축분의 함수율} - \text{투입원료 함수율}}{\text{투입원료 함수율} - \text{톱밥 함수율}}$$

$$\begin{aligned} \text{식2) 투입원료량} &= \text{축분발생량} + \text{톱밥 첨가량} \\ &= \text{축분발생량} \times \left(1 + \frac{\text{축분의 함수율} - \text{투입원료 함수율}}{\text{투입원료 함수율} - \text{톱밥 함수율}} \right) \end{aligned}$$

$$\text{※ 투입원료량} = 163.5\text{kg/일} \times \left(1 + \frac{82.3\% - 75\%}{75\% - 25\%} \right)$$

$$= 187.4\text{kg/일}$$

$$\therefore V_1 = 1\text{일 투입 원료량} \times \text{발효기간 } 60\text{일}$$

$$= 187.4\text{kg/일} \times 60\text{일} \div 580\text{kg/m}^3$$

$$= 19.3\text{m}^3 (\approx 19\text{m}^3)$$

③ 퇴적장 용량 (V₂)

퇴적장 유효용량은 처리일수 30일로써 발효조 유효용량(발효기간 60일)의 0.5배수로 한다.

$$V_2 = 0.5 \times V_1 = 0.5 \times 19\text{m}^3 = 9.5\text{m}^3$$

나) 한우 사육시설 (분뇨 분리식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

① 분 배출량 : 67.2kg/일

② 발효조 용량 (V₁)

설 계 조 건			
분의 함수율	78.4%	톱밥의 함수율	25%
투입원료 함수율	75%	발효 전·후 평균비중	580kg/m ³

$$\text{식1) 톱밥첨가량} = \text{축분발생량} \times \frac{\text{축분의 함수율} - \text{투입원료 함수율}}{\text{투입원료 함수율} - \text{톱밥 함수율}}$$

$$\text{식2) 투입원료량} = \text{축분발생량} + \text{톱밥 첨가량}$$

$$= \text{축분발생량} \times \left(1 + \frac{\text{축분의 함수율} - \text{투입원료 함수율}}{\text{투입원료 함수율} - \text{톱밥 함수율}} \right)$$

$$\text{※ 투입원료량} = 67.2\text{kg/일} \times \left(1 + \frac{78.4\% - 75\%}{75\% - 25\%} \right)$$

$$= 71.8\text{kg/일}$$

$$\therefore V_1 = 1\text{일 투입 원료량} \times \text{발효기간 } 60\text{일}$$

$$= 71.8\text{kg/일} \times 60\text{일} \div 580\text{kg/m}^3$$

$$= 7.4\text{m}^3 (\approx 7\text{m}^3)$$

③ 퇴적장 용량 (V₂)

퇴적장 유효용량은 처리일수 30일로써 발효조 유효용량(발효기간 60일)의 0.5배수로 한다.

$$V_2 = 0.5 \times V_1 = 0.5 \times 7\text{m}^3 = 3.5\text{m}^3$$

다) 돼지 사육시설(분뇨 분리식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

- ① 분 배출량 : 92.8kg/일
- ② 발효조 용량 (V₁)

설 계 조 건			
분의 함수율	73.9%	톱밥의 함수율	-
투입원료 함수율	-	발효 전·후 평균비중	630kg/m ³

돈분의 함수율이 발효조 투입 조절함수율보다 낮으므로 별도의 수분조절재 사용이 불필요함. 다만 분 입자간 공극이 다져져서 통기성에 문제가 우려될 경우 발효가 완료된 퇴비를 재사용 한다.

$$\begin{aligned}
 V_1 &= \text{1일 투입 원료량} \times \text{발효기간 60일} \\
 &= 92.8\text{kg/일} \times 60\text{일} \div 630\text{kg/m}^3 \\
 &= 8.8\text{m}^3 (\approx 9\text{m}^3)
 \end{aligned}$$

- ③ 퇴적장 용량 (V₂)

퇴적장 유효용량은 처리일수 30일로써 발효조 유효용량(발효기간 60일)의 0.5배수로 한다.

$$V_2 = 0.5 \times V_1 = 0.5 \times 9\text{m}^3 = 4.5\text{m}^3$$

라) 닭 사육시설(사육규모 1,000수 기준)

- ① 분 배출량 : 140.0 kg/일
- ② 발효조 용량 (V₁)

설 계 조 건			
분의 함수율	74.9%	톱밥의 함수율	-
투입원료 함수율	-	발효 전·후 평균비중	630kg/m ³

계분의 함수율이 발효조 투입 조절함수율보다 낮으므로 별도의 수분조절재 사용이 불필요함. 다만 분 입자간 공극이 다져져서 통기성에 문제가 우려될 경우 발효가 완료된 퇴비를 재사용한다.

$$\begin{aligned}
 V_1 &= \text{1일 투입 원료량} \times \text{발효기간 60일} \\
 &= 140.0\text{kg/일} \times 60\text{일} \div 630\text{kg/m}^3 = 13.3\text{m}^3 (\approx 13\text{m}^3)
 \end{aligned}$$

③ 퇴적장 용량 (V₂)

퇴적장 유효용량은 처리일수 30일로써 발효조 유효용량(발효기간 60일)의 0.5배수로 한다.

$$V_2 = 0.5 \times V_1 = 0.5 \times 13\text{m}^3 = 6.5\text{m}^3$$

마) 개 사육시설 (분뇨 분리식, 사육두수 100두 규모)

① 분 배출량 : 48.0kg/일

② 발효조 용량 (V₁)

설 계 조 건			
분의 함수율	73.9%	톱밥의 함수율	-
투입원료 함수율	-	발효 전·후 평균비중	630kg/m ³

개분의 함수율이 발효조 투입 조절함수율보다 낮으므로 별도의 수분조절재 사용이 불필요함. 다만 분 입자간 공극이 다져져서 통기성에 문제가 우려될 경우 발효가 완료된 퇴비를 재사용한다.

$$\begin{aligned} V_1 &= 1\text{일 투입 원료량} \times \text{발효기간 60일} \\ &= 48.0\text{kg/일} \times 60\text{일} \div 630\text{kg/m}^3 \\ &= 4.6\text{m}^3 (\approx 5\text{m}^3) \end{aligned}$$

③ 퇴적장 용량 (V₂)

퇴적장 유효용량은 처리일수 30일로써 발효조 유효용량(발효기간 60일)의 0.5배수로 한다.

$$V_2 = 0.5 \times V_1 = 0.5 \times 5\text{m}^3 = 2.5\text{m}^3$$

사) 축종별 퇴비사 용량 계산식

<표 4-2>

구 분	퇴비사시설 유효용량(m³)		사육두수	마리당 퇴비사 필요용량 (m³/두)	퇴비사 시설 용량 계산식	
	발효조	퇴적장			발 효 조	퇴 적 장
젓 소 (분뇨분리식)	19	9.5	8.3두	2.29	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 19\text{m}^3$	$V_2 = 0.5 \times V_1$
한 우 (분뇨분리식)	7	3.5	8.3두	0.84	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 7\text{m}^3$	$V_2 = 0.5 \times V_1$
돼 지 (분뇨분리식)	9	4.5	71.4두	0.13	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 9\text{m}^3$	$V_2 = 0.5 \times V_1$
닭	13	6.5	1,000수	0.013	$V_1 = \frac{\text{사육수}}{1,000\text{수}} \times 13\text{m}^3$	$V_2 = 0.5 \times V_1$
개 (분뇨분리식)	5	2.5	100두	0.05	$V_1 = \frac{\text{사육수}}{100\text{두}} \times 5\text{m}^3$	$V_2 = 0.5 \times V_1$

※ 발효조 용량을 계산식보다 크게 할 경우 잉여용량만큼 퇴적장으로 인정할 수 있다.

3) 축종별 통풍식 톱밥발효시설 용량계산식

가) 젓소 사육시설(분뇨 분리식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

① 분 배출량 = 163.5kg/일

② 발효조 용량 (V₁)

설 계 조 건			
분의 함수율	82.3%	톱밥의 함수율	25%
투입원료 함수율	75%	발효 전·후 평균비중	580kg/m³

$$\text{식1) 톱밥첨가량} = \text{축분발생량} \times \frac{\text{축분의 함수율} - \text{투입원료 함수율}}{\text{투입원료 함수율} - \text{톱밥 함수율}}$$

$$\begin{aligned} \text{식2) 투입원료량} &= \text{축분발생량} + \text{톱밥 첨가량} \\ &= \text{축분발생량} \times \left(1 + \frac{\text{축분의 함수율} - \text{투입원료 함수율}}{\text{투입원료 함수율} - \text{톱밥 함수율}} \right) \end{aligned}$$

$$\text{※ 투입원료량} = 163.5\text{kg/일} \times \left(1 + \frac{82.3\% - 75\%}{75\% - 25\%} \right)$$

$$= 187.4\text{kg/일}$$

$$\therefore V_1 = 1\text{일 투입 원료량} \times \text{발효기간 } 15\text{일}$$

$$= 187.4\text{kg/일} \times 15\text{일} \div 580\text{kg/m}^3$$

$$= 4.85\text{m}^3 (\approx 5\text{m}^3)$$

③ 퇴적장 용량 (V_2)

퇴적장 유효용량은 처리일수 45일으로써 발효조 유효용량(발효기간 15일)의 3배수로 한다.

$$V_2 = 3 \times V_1 = 3 \times 5\text{m}^3 = 15\text{m}^3$$

나) 한우 사육시설 (분뇨 분리식, 사육시설의 면적 100 m^2 기준)

① 분 배출량 = 67.2kg/일

② 발효조 용량 (V_1)

설 계 조 건			
분의 함수율	78.4%	톱밥의 함수율	25%
투입원료 함수율	75%	발효 전·후 평균비중	580kg/m ³

$$\text{※ 투입원료량} = 67.2\text{kg/일} \times \left(1 + \frac{78.4\% - 75\%}{75\% - 25\%} \right)$$

$$= 71.8\text{kg/일}$$

$$\therefore V_1 = 1\text{일 투입 원료량} \times \text{발효기간 } 15\text{일}$$

$$= 71.8\text{kg/일} \times 15\text{일} \div 580\text{kg/m}^3$$

$$= 1.86\text{m}^3 (\approx 1.9\text{m}^3)$$

③ 퇴적장 용량(V_2)

퇴적장 유효용량은 처리일수 45일로서 발효조 유효용량(발효기간 15일)의 3배수로 한다.

$$V_2 = 3 \times V_1 = 3 \times 1.9\text{m}^3 = 5.7\text{m}^3$$

다) 돼지 사육시설(분뇨 분리식, 사육시설의 면적 100 m^2 기준)

① 분 배출량 : 92.8kg/일

② 발효조 용량 (V₁)

설 계 조 건			
분의 함수율	73.9%	톱밥의 함수율	-
투입원료 함수율	-	발효 전·후 평균비중	630kg/m ³

돈분의 함수율이 발효조 투입 조절함수율보다 낮으므로 별도의 수분조절재 사용이 불필요함. 다만 분 입자간 공극이 다져져서 통기성에 문제가 우려될 경우 발효가 완료된 퇴비를 재사용한다.

$$\begin{aligned}
 V_1 &= 1\text{일 투입 원료량} \times \text{발효기간 } 15\text{일} \\
 &= 92.8\text{kg/일} \times 15\text{일} \div 630\text{kg/m}^3 \\
 &= 2.21\text{m}^3 (\approx 2.2\text{m}^3)
 \end{aligned}$$

③ 퇴적장 용량 (V₂)

퇴적장 유효용량은 처리일수 45일로써 발효조 유효용량의 3배수로 한다.

$$V_2 = 3 \times V_1 = 3 \times 2.2 = 6.6\text{m}^3$$

라) 돼지 사육시설(분뇨 혼합식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

① 분 배출량 : 299.9kg/일

② 발효조 용량 (V₁)

설 계 조 건			
분뇨의 함수율	88.8%	톱밥의 함수율	25%
투입원료 함수율	75%	발효 전·후 평균비중	580kg/m ³

$$\begin{aligned}
 \text{※ 투입원료량} &= 299.9\text{kg/일} \times \left(1 + \frac{88.8\% - 75\%}{75\% - 25\%}\right) \\
 &= 382.7\text{kg/일}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore V_1 &= 1\text{일 투입 원료량} \times \text{발효기간 } 15\text{일} \\
 &= 382.7\text{kg/일} \times 15\text{일} \div 580\text{kg/m}^3 \\
 &= 9.90\text{m}^3 (\approx 10\text{m}^3)
 \end{aligned}$$

③ 퇴적장 용량(V₂)

퇴적장 유효용량은 처리일수 45일로서 발효조 유효용량(발효기간 15일)의 3배수로 한다.

$$V_2 = 3 \times V_1 = 3 \times 10 = 30\text{m}^3$$

마) 닭 사육시설(사육규모 1,000수 기준)

① 분 배출량 : 140.0 kg/일

② 발효조 용량 (V₁)

설 계 조 건			
분의 함수율	74.9%	톱밥의 함수율	-
투입원료 함수율	-	발효 전·후 평균비중	630kg/m ³

계분의 함수율이 발효조 투입 조절함수율보다 낮으므로 별도의 수분조절재 사용이 불필요함. 다만 분 입자간 공극이 다져져서 통기성에 문제가 우려될 경우 발효가 완료된 퇴비를 재사용한다.

$$\begin{aligned}
 V_1 &= 1\text{일 투입 원료량} \times \text{발효기간 } 15\text{일} \\
 &= 140.0\text{kg/일} \times 15\text{일} \div 630\text{kg/m}^3 \\
 &= 3.33\text{m}^3 (\approx 3\text{m}^3)
 \end{aligned}$$

③ 퇴적장 용량 (V₂)

퇴적장 유효용량은 처리일수 45일로써 발효조 유효용량의 3배수로 한다.

$$V_2 = 3 \times V_1 = 3 \times 3\text{m}^3 = 9\text{m}^3$$

바) 축종별 통풍식 톱밥발효시설 용량계산식

<표 4-3>

구 분	통풍식 발효시설 유효용량(m ³)		사육두수	마리당 발효조 필요용량 (m ³ /두)	통풍식 톱밥발효시설 용량계산식	
	발효조	퇴적장			발 효 조	퇴적장
젓 소 (분뇨분리식)	5	15	8.3두	0.60	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 5\text{m}^3$	$V_2 = 3 \times V_1$
한 우 (분뇨분리식)	1.9	5.7	8.3두	0.23	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 1.9\text{m}^3$	$V_2 = 3 \times V_1$
돼 지 (분뇨분리식)	2.2	6.6	71.4두	0.03	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 2.2\text{m}^3$	$V_2 = 3 \times V_1$
돼 지 (분뇨혼합식)	10	30	71.4두	0.14	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 10\text{m}^3$	$V_2 = 3 \times V_1$
닭	3	9	1,000수	0.003	$V_1 = \frac{\text{사육두수}}{1,000\text{수}} \times 3\text{m}^3$	$V_2 = 3 \times V_1$

※ 발효조 용량을 계산식보다 크게 할 경우 잉여용량만큼 퇴적장으로 인정할 수 있다.

4) 축종별 교반식 톱밥발효시설 용량계산식 (직선형)

가) 젓소 사육시설(분뇨 분리식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

- ① 분 배출량 = 163.5kg/일
- ② 발효조 용량 (V₁)

설 계 조 건			
분의 함수율	82.3%	톱밥의 함수율	25%
투입원료 함수율	75%	발효 전·후 평균비중	580kg/m ³

$$\text{식1) 톱밥첨가량} = \text{축분발생량} \times \frac{\text{축분의 함수율} - \text{투입원료 함수율}}{\text{투입원료 함수율} - \text{톱밥 함수율}}$$

$$\begin{aligned} \text{식2) 투입원료량} &= \text{축분발생량} + \text{톱밥 첨가량} \\ &= \text{축분발생량} \times \left(1 + \frac{\text{축분의 함수율} - \text{투입원료 함수율}}{\text{투입원료 함수율} - \text{톱밥 함수율}} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{※ 투입원료량} &= 163.5\text{kg/일} \times \left(1 + \frac{82.3\% - 75\%}{75\% - 25\%} \right) \\ &= 187.4\text{kg/일} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore V_1 &= 1\text{일 투입 원료량} \times \text{발효기간 30일} \\ &= 187.4\text{kg/일} \times 30\text{일} \div 580\text{kg/m}^3 \\ &= 9.7\text{m}^3 (\approx 10\text{m}^3) \end{aligned}$$

- ③ 퇴적장 용량 (V₂)

퇴적장 유효용량은 처리일수 30일로써 발효조 유효용량과 동일하게 한다.

$$V_2 = V_1 = 10\text{m}^3$$

나) 한우 사육시설 (분뇨 분리식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

- ① 분 배출량 = 67.2kg/일
- ② 발효조 용량 (V₁)

설 계 조 건			
분의 함수율	78.4%	톱밥의 함수율	25%
투입원료 함수율	75%	발효 전·후 평균비중	580kg/m ³

$$\begin{aligned} \text{※ 투입원료량} &= 67.2\text{kg/일} \times \left(1 + \frac{78.4\% - 75\%}{75\% - 25\%} \right) \\ &= 71.8\text{kg/일} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore V_1 &= 1\text{일 투입 원료량} \times \text{발효기간 } 30\text{일} \\ &= 71.8\text{kg/일} \times 30\text{일} \div 580\text{kg/m}^3 \\ &= 3.71\text{m}^3 (\approx 3.7\text{m}^3) \end{aligned}$$

③ 퇴적장 용량(V_2)

퇴적장 유효용량은 처리일수 30일로써 발효조 유효용량과 동일하게 한다.

$$V_2 = V_1 = 3.7\text{m}^3$$

다) 돼지 사육시설(분뇨 분리식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

① 분 배출량 : 92.8kg/일

② 발효조 용량 (V_1)

설 계 조 건			
분의 함수율	73.9%	톱밥의 함수율	-
투입원료 함수율	-	발효 전·후 평균비중	630kg/m ³

돈분의 함수율이 발효조 투입 조절함수율보다 낮으므로 별도의 수분조절재 사용이 불필요함. 다만 분 입자간 공극이 다져져서 통기성에 문제가 우려될 경우 발효가 완료된 퇴비를 재사용한다.

$$\begin{aligned} V_1 &= 1\text{일 투입 원료량} \times \text{발효기간 } 30\text{일} \\ &= 92.8\text{kg/일} \times 30\text{일} \div 630\text{kg/m}^3 \\ &= 4.42\text{m}^3 (\approx 4.4\text{m}^3) \end{aligned}$$

③ 퇴적장 용량 (V_2)

퇴적장 유효용량은 처리일수 30일로써 발효조 유효용량과 동일하게 한다.

$$V_2 = V_1 = 4.4\text{m}^3$$

라) 돼지 사육시설(분뇨 혼합식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

① 분 배출량 : 299.9kg/일

② 발효조 용량 (V_1)

설 계 조 건			
분뇨의 함수율	88.8%	톱밥의 함수율	25%
투입원료 함수율	75%	발효 전·후 평균비중	580kg/m ³

$$\begin{aligned} \text{※ 투입원료량} &= 299.9\text{kg/일} \times \left(1 + \frac{88.8\% - 75\%}{75\% - 25\%}\right) \\ &= 382.7\text{kg/일} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore V_1 &= 1\text{일 투입 원료량} \times \text{발효기간 } 30\text{일} \\ &= 382.7\text{kg/일} \times 30\text{일} \div 580\text{kg/m}^3 \\ &= 19.79\text{m}^3 (\approx 20\text{m}^3) \end{aligned}$$

③ 퇴적장 용량(V₂)

퇴적장 유효용량은 처리일수 30일로써 발효조 유효용량과 동일하게 한다.

$$V_2 = V_1 = 20\text{m}^3$$

마) 닭 사육시설(사육규모 1,000수 기준)

① 분 배출량 : 140.0 kg/일

② 발효조 용량 (V₁)

설 계 조 건			
분의 함수율	74.9%	톱밥의 함수율	-
투입원료 함수율	-	발효 전·후 평균비중	630kg/m ³

계분의 함수율이 발효조 투입 조절함수율보다 낮으므로 별도의 수분조절재 사용이 불필요함. 다만 분 입자간 공극이 다져져서 통기성에 문제가 우려될 경우 발효가 완료된 퇴비를 재사용한다.

$$\begin{aligned} V_1 &= 1\text{일 투입 원료량} \times \text{발효기간 } 30\text{일} \\ &= 140.0\text{kg/일} \times 30\text{일} \div 630\text{kg/m}^3 \\ &= 6.7\text{m}^3 (\approx 7\text{m}^3) \end{aligned}$$

③ 퇴적장 용량 (V₂)

퇴적장 유효용량은 처리일수 30일로써 발효조 유효용량과 동일하게 한다.

$$V_2 = V_1 = 7\text{m}^3$$

바) 축종별 교반식 톱밥발효시설(직선형) 용량계산식

<표 4-4>

구 분	교반식 발효시설 유효용량(m³)		사육두수	마리당 발효조 필요용량 (m³/두)	교반식 톱밥발효시설 용량계산식	
	발효조	퇴적장			발 효 조	퇴적장
젓 소 (분뇨분리식)	10	10	8.3두	1.20	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 10\text{m}^3$	$V_2 = V_1$
한 우 (분뇨분리식)	3.7	3.7	8.3두	0.45	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 3.7\text{m}^3$	$V_2 = V_1$
돼 지 (분뇨분리식)	4.4	4.4	71.4두	0.06	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 4.4\text{m}^3$	$V_2 = V_1$
돼 지 (분뇨혼합식)	20	20	71.4두	0.28	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 20\text{m}^3$	$V_2 = V_1$
닭	7	7	1,000수	0.007	$V_1 = \frac{\text{사육두수}}{1,000\text{수}} \times 7\text{m}^3$	$V_2 = V_1$

※ 발효조 용량을 계산식보다 크게 할 경우 잉여용량만큼 퇴적장으로 인정할 수 있다.

5) 축종별 교반식 톱밥발효시설 용량계산식 (순환형 로타리식)

가) 순환형 발효시설의 운전방식

순환형 발효시설은 직선형 기계교반식의 발효조처럼 매일매일 발효퇴비를 반출하는 것이 아니라 발효초기에 톱밥층을 30cm 정도 깔고 그 위에 매일매일 축분을 골고루 살포하여 발효 건조시킨다. 발효조의 유효 퇴적고인 80cm 깊이에 도달하기까지는 약 6개월이 소요되어 발효가 완료되며, 발효가 완료된 퇴비를 전량 반출하여 저장한다. 비워진 발효조에 톱밥을 다시 채우고 발효를 시작한다. 따라서 다른 시설의 발효조와는 달리 발효조 용량산출 방식을 달리 접근한다.

나) 순환형 발효시설 발효조 면적 100m²당 투입 원료량 산출방법

°톱밥 투입량 = 발효조면적 × 톱밥퇴적고 × 톱밥용적중

= 100m² × 0.3m × 300kg/m³ = 9,000kg(6개월당 1회 투입량)

(톱밥 용적중은 톱밥의 입경, 거칠기, 함수율에 따라 차이가 있으나 함수율 25%일때의 용적중을

300kg/m³으로 한다.)

°발효기간 6개월동안 투입원료중 건고형물의 총분해율은 약 40%정도이며, 40%의 분해율은 원료가 투입되어 30 ~ 40일 (설계시 40일 설정)이 지나면 완료되므로 최초 투입된 톱밥과 140일동안 투입된 축분의 건고형물은 40% 분해가 완료되는 것으로 보고 나중 40일동안 투입된 분의 건고형물 분해율은 1.0%/일 (40% ÷ 40일)로 하여 건고형물 분해량을 계산한다.

<표 4-5> 순환형 교반식 발효시설에서의 처리일수 및 분해율 지표

처리일수	전기간 건물 분해율	1일당 평균 분해율
30~40일	40(38~43)%	1.00~1.33%/일

자료: 퇴비사시설의 설계, 축협중앙회(94. 11)

°건물감소량(kg/6개월) = 축분중 건물감소량(kg/6개월) + 톱밥건물감소량(kg/6개월)

$$\begin{aligned}
 &= \left\{ (1\text{일 분투입량} \times \frac{100 - \text{분의함수율}}{100} \times \left(\frac{40\%}{100} \times 140\text{일} + \frac{1.0\%}{100} \times 40\text{일} + \frac{1.0\%}{100} \times 39\text{일} + \dots + \frac{1.0\%}{100} \times 1\text{일} \right) \right\} + \left\{ \text{톱밥 투입량} \times \frac{100 - \text{톱밥중 함수율}}{100} \times \frac{40\%}{100} \right\} \\
 &= \left\{ (1\text{일 분투입량} \times \frac{100 - \text{분의함수율}}{100} \times \left(\frac{40\%}{100} \times 140\text{일} + \frac{1.0\%}{100} \times \frac{40(40+1)}{2} \right) \right\} + \left\{ \text{톱밥투입량} \times \frac{100 - \text{톱밥중함수율}}{100} \times \frac{40\%}{100} \right\} \\
 &= \left\{ (1\text{일 분투입량} \times \frac{100 - \text{분의함수율}}{100} \times 64.2) \right\} + \left\{ \text{톱밥 투입량} \times \frac{100 - \text{톱밥중함수율}}{100} \times 0.4 \right\}
 \end{aligned}$$

°상기식에서 톱밥층을 30cm로 하여 톱밥 투입량이 9,000kg(함수율25%)이므로 이 때의 건물 감소량은

$$\text{건물감소량} = 1\text{일 분투입량} \times \frac{100 - \text{분의 함수율}}{100} \times 64.2 + 2,700$$

°건물분해발열량(kcal/6개월) = 축분중건물감소량×4,500kcal+톱밥중 건물감소량×3,000kcal

$$\begin{aligned}
 \text{°수분증발량(kg/6개월)} &= \frac{\text{축분중건물감소량} \times 4,500\text{kcal} + \text{톱밥중 건물감소량} \times 3,000\text{kcal}}{600\text{kcal/kg}} \\
 &= \left\{ (1\text{일 분투입량} \times \frac{100 - \text{분의 함수율}}{100} \times 64.2 \times 4,500\text{kcal}) + (2,700) \times 3,000\text{kcal} \right\} \div 600\text{kcal/kg} \\
 &= 1\text{일 분투입량} \times \frac{100 - \text{분의 함수율}}{100} \times 481.50 + 13,500
 \end{aligned}$$

° 발효퇴비량(kg/6개월)

발효퇴비량(kg/6개월) = 원료투입량 - 건물감소량 - 수분증발량

$$\begin{aligned}
 &= (1\text{일분투입량} \times 180\text{일} + \text{톱밥 } 9,000\text{kg}) - (1\text{일 분투입량} \times \frac{100 - \text{분의 함수율}}{100} \times 64.2 + 2,700) - (1\text{일 분투입량} \times \frac{100 - \text{분의 함수율}}{100} \times 481.50 + 13,500) \\
 &= 1\text{일 분투입량} \times (180\text{일} - \frac{100 - \text{분의 함수율}}{100} \times 545.7) - 7,200
 \end{aligned}$$

° 1일 분투입량 계산식

상기식에서

$$\text{발효조 면적 } 100\text{m}^2 (\text{유효용적 } 80\text{m}^3) \text{ 당 1일 분투입량} = \frac{\text{발효퇴비량} + 7,200}{180 - \frac{100 - \text{분의 함수율}}{100} \times 545.7}$$

° 발효조 퇴적깊이 0.8m, 발효중 퇴비의 함수율을 40% 이상 유지하고자 할 때 발효조 면적 100m² 당 발효퇴비의 발생량은 100m² × 깊이 0.8m × 용적중 360kg/m³ = 28,800kg 이므로

$$\text{발효조 면적 } 100\text{m}^2 (\text{유효용적 } 80\text{m}^3) \text{ 당 1일 분투입량} = \frac{36,000}{180 - \frac{100 - \text{분의 함수율}}{100} \times 545.7}$$

다) 젖소 사육시설 (분뇨 분리식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

① 발효조 용량 (V₁)

° 발효조 유효용량 80m³ 대하여

$$\begin{aligned}
 1\text{일 분투입량} &= \frac{36,000}{180 - \frac{100 - 82.3}{100} \times 545.7} \\
 &= 431.60\text{kg/일}
 \end{aligned}$$

젖소 사육두수 = 1일 분투입량 431.60kg/일 ÷ 19.7kg/일.두 = 21.91두

젖소 사육시설의 면적 = 21.91두 × 12m²/두 = 262.92m²

° 젖소 사육시설 100m² 당 발효조 유효용량은

$$V_1 = \text{발효조 용량 } 80\text{m}^3 \times \frac{100\text{m}^2}{262.92\text{m}^2} = 30.43\text{m}^3 (\approx 30\text{m}^3)$$

라) 한우 사육시설 (분뇨 분리식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

① 발효조 용량 (V₁)

° 발효조 유효용량 80m³에 대하여

$$1\text{일 분투입량} = \frac{36,000}{180 - \frac{100 - 78.4}{100} \times 545.7} = 579.44\text{kg/일}$$

$$\text{한우 사육두수} = 1\text{일 분투입량 } 579.44\text{kg/일} \div 8.1\text{kg/일.두} = 71.54\text{두}$$

$$\text{한우 사육시설의 면적} = 71.54\text{두} \times 12\text{m}^2/\text{두} = 858.48\text{m}^2$$

°한우 사육시설 100m²당 발효조 유효용량은

$$V_1 = \text{발효조 용량 } 80\text{m}^3 \times \frac{100\text{m}^2}{858.48\text{m}^2} = 9.32\text{m}^3 (\approx 9\text{m}^3)$$

마) 돼지 사육시설 (분뇨 분리식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

① 발효조 용량 (V₁)

° 발효조 유효용량 80m³에 대하여

$$1\text{일 분투입량} = \frac{36,000}{180 - \frac{100 - 73.9}{100} \times 545.7} = 958.15\text{kg/일}$$

$$\text{돼지 사육두수} = 1\text{일 분투입량 } 958.15\text{kg/일} \div 1.3\text{kg/일.두} = 737.04\text{두}$$

$$\text{돼지 사육시설의 면적} = 737.04\text{두} \times 1.4\text{m}^2/\text{두} = 1,031.86\text{m}^2$$

° 돼지 사육시설 100m²당 발효조 유효용량은

$$V_1 = \text{발효조 용량 } 80\text{m}^3 \times \frac{100\text{m}^2}{1,031.86\text{m}^2} = 7.75\text{m}^3 (\approx 8\text{m}^3)$$

바) 돼지 사육시설 (분뇨 혼합식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

① 발효조 용량(V₁)

° 발효조 유효용량 80m³에 대하여

$$1\text{일 분투입량} = \frac{36,000}{180 - \frac{100 - 88.8}{100} \times 545.7} = 302.82\text{kg/일}$$

$$\text{돼지 사육두수} = 1\text{일 분투입량 } 302.82\text{kg/일} \div 4.2\text{kg/일.두} = 72.1\text{두}$$

$$\text{돼지 사육시설의 면적} = 72.1\text{두} \times 1.4\text{m}^2/\text{두} = 100.94\text{m}^2$$

° 돼지 사육시설 100m²당 발효조 유효용량은

$$V_1 = \text{발효조 용량 } 80\text{m}^3 \times \frac{100\text{m}^2}{100.94\text{m}^2} = 79.26\text{m}^3 (\approx 79\text{m}^3)$$

사) 닭 사육시설 (사육규모 1,000수 기준)

① 발효조 용량 (V₁)

°발효조 100m²(유효용량 80m³)에 대하여

$$1\text{일 분투입량} = \frac{36,000}{180 - \frac{100 - 74.9}{100} \times 545.7} = 836.64\text{kg/일}$$

$$\text{닭 사육두수} = 1\text{일 분투입량 } 836.64\text{kg/일} \div 0.14\text{kg/일.수} = 5,976.0\text{수}$$

°닭 사육시설 1,000수당 발효조 유효용량은

$$V_1 = \text{발효조 용량 } 80\text{m}^3 \times \frac{1,000\text{수}}{5,976\text{수}} = 13.4\text{m}^3 (\approx 13\text{m}^3)$$

아) 축종별 교반식 톱밥발효시설(순환형 로타리식) 용량계산식

<표 4-5>

구 분	교반식발효시설 유효용량(m ³)	사육 두수	마리당 발효조 필요용량(m ³ /두)	교반식 발효시설 용량 계산식
	발효조			발 효 조
젓 소 (분뇨분리식)	30	8.3두	3.61	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 30\text{m}^3$
한 우 (분뇨분리식)	9	8.3두	1.08	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 9\text{m}^3$
돼 지 (분뇨분리식)	8	71.4두	0.11	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 8\text{m}^3$
돼 지 (분뇨혼합식)	79	71.4두	1.11	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 79\text{m}^3$
닭	13	1,000수	0.013	$V_1 = \frac{\text{사육두수}}{1,000\text{수}} \times 13\text{m}^3$

6) 퇴비단 여과시설 용량계산식

가) 퇴비단 여과시설의 운전방식

기계교반식 퇴비화시설 바닥에 통기와 침출수 배수가 용이하도록 20cm이상 깊이의 수로형 공간을 확보한다.

퇴비단에 슬러리를 살포하면 슬러리중 액상물은 퇴비단에 충전된 부재입자들간에 의해 형성된 공극을 통하여 하부로 침출하지만, 고형물은 주로 퇴비단 상층부(주로 30cm 깊이 이내)에 억류된다.

교반은 상층부에 억류된 고형물을 걷어내기 위해 30cm 깊이로 단방향(퇴비단 후단)으로 실시하며, 걷혀나온 고형물은 퇴적장으로 이송, 퇴비화한다.

계속된 교반충격으로 30cm 깊이 전하부층이 굳어져 액상물의 침투가 원활하지 않을 경우에는 가끔씩 교반깊이를 40~100cm 정도로 깊게하여 굳어진 층을 파괴시켜준다.

가능한 한 하부층은 미생물이 서식하는 Bio-Filter로서 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 교반으로서 교란시키지 않도록 하며, 침출수는 주기적으로 밸브를 열어 배출한다.

나) 돼지 사육시설(분뇨 혼합식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

① 분 배출량 : 299.9kg/일

② 퇴비단 용량(V₁)

설 계 조 건	
돈분뇨 슬러리 살포량	퇴비단 용적 30m ³ 슬러리 1m ³ (톤)/일 살포

$$\begin{aligned} \therefore V_1 &= 1\text{일 투입 원료량} \times \frac{30\text{m}^3}{1\text{m}^3(\text{톤})/\text{일}} \\ &= 299.9\text{kg}/\text{일} \times 10^{-3} \times \frac{30\text{m}^3}{1\text{m}^3(\text{톤})/\text{일}} \\ &= 8.99\text{m}^3 (\approx 9\text{m}^3) \end{aligned}$$

③ 퇴적장 용량 (V₂)

퇴적장은 퇴비단의 여재교체 시 여재(부재)를 전량 교체하므로 퇴비단과 동일한 용량이 필요하다.

$$V_2 = V_1 = 9\text{m}^3$$

다) 퇴비단 여과시설 용량계산식

<표 4-6>

구 분	퇴비단여과시설 유효용량(m³)		사육두수	마리당 퇴비단 필요용량 (m³/두)	퇴비단여과시설 용량계산식	
	퇴비단	퇴적장			퇴비단	퇴적장
돼지 (분뇨혼합식)	9	9	71.4	0.13	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 9\text{m}^3$	$V_2 = V_1$

※ 퇴비단 여과시설의 용량을 계산식보다 크게 할 경우 잉여용량만큼 퇴적장으로 이용할 수 있다.

7) 축종별 호기액비화시설 용량계산식

<표 4-7> 축사 100㎡ 당 축종별 사육두수 및 분뇨발생량

구 분	사육두수	마리당 고액분리여액 배출량	분·뇨 발생량
젖소 (분뇨 혼합식)	8.3두/100㎡	31.9ℓ/두·일	264.77ℓ/일
돼지 (분뇨 분리식)	71.4두/100㎡	7.1ℓ/두·일	506.94ℓ/일
돼지 (분뇨 혼합식)	71.4두/100㎡	3.8ℓ/두·일	271.32ℓ/일

가) 고액분리여액의 유기물 부하에 따른 액비화 일수

구 분	분뇨 혼합식(젖소)	분뇨 분리식(돼지)	분뇨 혼합식(돼지)
고액분리여액의 BOD농도	10,000mg/L	11,000mg/L	22,000mg/L
BOD용적부하	0.8kgBOD/m³·일	0.8kgBOD/m³·일	0.8kgBOD/m³·일
액비화 일수	13일	15일	30일
호기액비화조 단위용량당 공기량	0.03m³air/m³·min	0.03m³air/m³·min	0.03m³air/m³·min

양돈농가의 고액분리한 여액의 BOD농도는 농가마다 세척수 사용량, 고액분리기 사양에 따라 차이가 있으나, 일반적으로 젖소(분뇨 혼합식)의 경우는 10,000mg/L, 돼지(분뇨 분리식)의 경우는 11,000mg/L, 돼지(분뇨 혼합식)의 경우는 22,000mg/L이므로, 상기와 같이 정하였다.

BOD용적부하도 $0.4\text{kgBOD}/\text{m}^3 \cdot \text{일} \sim 1.0\text{kgBOD}/\text{m}^3 \cdot \text{일}$ 로 설계하나, 방류개념이 아니므로, $0.8\text{kgBOD}/\text{m}^3 \cdot \text{일}$ 로 한다.

① 젓소(분뇨 혼합식)의 액비화 일수(HRT) : $Q = 1\text{m}^3/\text{일}$

$$\begin{aligned} \circ \text{액비화조 용량}(V) &= \frac{\text{유입유량} \times \text{유입BOD} \times 10^{-3}}{\text{BOD용적부하}} \\ &= \frac{1\text{m}^3/\text{일} \times 10,000\text{mg/L} \times 10^{-3}}{0.8\text{kgBOD}/\text{m}^3 \cdot \text{일}} \\ &= 12.5\text{m}^3 \approx 13\text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{액비화 일수(HRT)} = V/Q = \frac{13\text{m}^3}{1\text{m}^3/\text{일}} = 13\text{일}$$

② 돼지(분뇨 분리식)의 액비화 일수(HRT) : $Q = 1\text{m}^3/\text{일}$

$$\begin{aligned} \circ \text{액비화조 용량}(V) &= \frac{\text{유입유량} \times \text{유입BOD} \times 10^{-3}}{\text{BOD용적부하}} \\ &= \frac{1\text{m}^3/\text{일} \times 11,000\text{mg/L} \times 10^{-3}}{0.8\text{kgBOD}/\text{m}^3 \cdot \text{일}} \\ &= 13.75\text{m}^3 \approx 15\text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{액비화 일수(HRT)} = V/Q = \frac{15\text{m}^3}{1\text{m}^3/\text{일}} = 15\text{일}$$

③ 돼지(분뇨 혼합식)의 액비화 일수(HRT) : $Q = 1\text{m}^3/\text{일}$

$$\begin{aligned} \circ \text{액비화조 용량}(V) &= \frac{\text{유입유량} \times \text{유입BOD} \times 10^{-3}}{\text{BOD용적부하}} \\ &= \frac{1\text{m}^3/\text{일} \times 22,000\text{mg/L} \times 10^{-3}}{0.8\text{kgBOD}/\text{m}^3 \cdot \text{일}} \\ &= 27.5\text{m}^3 \approx 30\text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{액비화 일수(HRT)} = V/Q = \frac{30\text{m}^3}{1\text{m}^3/\text{일}} = 30\text{일}$$

나) 호기액비화시설의 필요 공기량 계산 : 질소(분뇨 혼합식)

① 설계조건	
• 설계유량(m ³ /일)	1.0
• 호기액비화 일수(일)	13
• 액비화조 유효용량(m ³)	13.0
• 유입BOD ₅ 농도 (mg/L)	10,000
• F/M비	0.1
② 액비화조내 MLSS계산	
• MLSS (mg/L)	$= \frac{(\text{유입BOD}_5\text{농도} \times \text{설계유량})}{(\text{액비화조 용량} \times \text{F/M비})}$ $= \frac{(10,000 \times 1.0)}{(13 \times 0.1)}$ $= 7,692 \approx 8,000$
③ 송풍기 용량 계산	
유기물 분해를 위한 액비화조 필요산소량 = OD ₁ + OD ₂	
OD ₁ = BOD산화에 필요한 산소량	$= 0.5 \times (10,000\text{mg/L} - 1,000\text{mg/L}) \times 1.0\text{톤/일} \times 10^{-3}$ $= 4.5\text{kgO}_2/\text{일}$
OD ₂ = 내생호흡에 필요한 산소량	$= 0.1 \times 13.0 \times 8,000 \times 10^{-3}$ $= 10.4\text{kgO}_2/\text{일}$
액비화조 필요공기량 (고효율 산기관 사용)	$= (OD_1 + OD_2) \times 22.4/32 \times 100/21 \times 100/10 \div 1440$ $= 14.9\text{kgO}_2/\text{일} \times 22.4/32 \times 100/21 \times 100/10 \div 1440$ $= 0.35\text{m}^3\text{air}/\text{min} \text{ (안전율 1.1고려 시 } 0.385\text{m}^3\text{air}/\text{min})$
④ 액비화조 단위 용량당 필요 공기량 계산	$= 0.385\text{m}^3\text{air}/\text{min} \div \text{액비화조 용량 } 13.0\text{m}^3$ $= 0.029\text{m}^3\text{air}/\text{min} \cdot \text{m}^3 \text{ (설계시 } 0.03 \text{ 적용)}$

다) 호기액비화시설의 필요 공기량 계산 : 돼지(분뇨 분리식)

① 설계조건	
• 설계유량(m ³ /일)	1.0
• 호기액비화 일수(일)	15
• 액비화조 유효용량(m ³)	15.0
• 유입BOD ₅ 농도 (mg/L)	11,000
• F/M비	0.1
② 액비화조내 MLSS계산	
• MLSS (mg/L)	$= \frac{(\text{유입BOD}_5\text{농도} \times \text{설계유량})}{(\text{액비화조 용량} \times \text{F/M비})}$ $= \frac{(11,000 \times 1.0)}{(15 \times 0.1)}$ $= 7,333 \approx 8,000$
③ 송풍기 용량 계산	
유기물 분해를 위한 액비화조 필요산소량 = OD ₁ + OD ₂	
OD ₁ = BOD산화에 필요한 산소량	$= 0.5 \times (11,000\text{mg/L} - 1,000\text{mg/L}) \times 1.0\text{톤/일} \times 10^{-3}$ $= 5.0\text{kgO}_2/\text{일}$
OD ₂ = 내생호흡에 필요한 산소량	$= 0.1 \times 15.0 \times 8,000 \times 10^{-3}$ $= 12.0\text{kgO}_2/\text{일}$
액비화조 필요공기량 (고효율 산기관 사용)	$= (OD_1 + OD_2) \times 22.4/32 \times 100/21 \times 100/10 \div 1440$ $= 17.0\text{kgO}_2/\text{일} \times 22.4/32 \times 100/21 \times 100/10 \div 1440$ $= 0.39\text{m}^3\text{air}/\text{min} \text{ (안전율 1.1고려 시 } 0.43\text{m}^3\text{air}/\text{min})$
④ 액비화조 단위 용량당 필요 공기량 계산	$= 0.43\text{m}^3\text{air}/\text{min} \div \text{액비화조 용량 } 15.0\text{m}^3$ $= 0.029\text{m}^3\text{air}/\text{min} \cdot \text{m}^3 \text{ (설계시 } 0.03 \text{ 적용)}$

라) 호기액비화시설의 필요 공기량 계산 : 돼지(분뇨 혼합식)

① 설계조건	
• 설계유량(m ³ /일)	1.0
• 호기액비화 일수(일)	30
• 액비화조 유효용량(m ³)	30.0
• 유입BOD ₅ 농도 (mg/L)	22,000
• F/M비	0.1
② 액비화조내 MLSS계산	
• MLSS (mg/L)	$= \frac{(\text{유입BOD}_5\text{농도} \times \text{설계유량})}{(\text{액비화조 용량} \times \text{F/M비})}$ $= \frac{(22,000 \times 1.0)}{(30 \times 0.1)}$ $= 7,333 \approx 8,000$
③ 송풍기 용량 계산	
유기물 분해를 위한 액비화조 필요산소량 = OD ₁ + OD ₂	
OD ₁ = BOD산화에 필요한 산소량	$= 0.5 \times (22,000\text{mg/L} - 1,000\text{mg/L}) \times 1.0\text{톤/일} \times 10^{-3}$ $= 10.5\text{kgO}_2/\text{일}$
OD ₂ = 내생호흡에 필요한 산소량	$= 0.1 \times 30.0 \times 8,000 \times 10^{-3}$ $= 24.0\text{kgO}_2/\text{일}$
액비화조 필요공기량 (고효율 산기관 사용)	$= (OD_1 + OD_2) \times 22.4/32 \times 100/21 \times 100/10 \div 1440$ $= 34.5\text{kgO}_2/\text{일} \times 22.4/32 \times 100/21 \times 100/10 \div 1440$ $= 0.8\text{m}^3\text{air}/\text{min} \text{ (안전율 1.1고려 시 } 0.88\text{m}^3\text{air}/\text{min})$
④ 액비화조 단위 용량당 필요 공기량 계산	$= 0.88\text{m}^3\text{air}/\text{min} \div \text{액비화조 용량 } 30.0\text{m}^3$ $= 0.029\text{m}^3\text{air}/\text{min} \cdot \text{m}^3 \text{ (설계시 } 0.03 \text{ 적용)}$

마) 젓소 (분뇨 혼합식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

① 분·뇨 배출량 = 264.77 ℓ/일

② 액비화조 용량 (V₁)

$$\begin{aligned} V_1 &= 1\text{일 분뇨배출량} \times 13\text{일} \times \text{안전율 } 1.1 \\ &= 264.77 \ell/\text{일} \times 13\text{일} \times 10^{-3} \times 1.1 \\ &= 3.79\text{m}^3 (\approx 4\text{m}^3) \end{aligned}$$

바) 돼지 (분뇨 분리식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

① 분·뇨 배출량 = 506.94 ℓ/일

② 액비화조 용량 (V₁)

$$\begin{aligned} V_1 &= 1\text{일 분뇨배출량} \times 15\text{일} \times \text{안전율 } 1.1 \\ &= 506.94 \ell/\text{일} \times 15\text{일} \times 10^{-3} \times 1.1 \\ &= 8.36\text{m}^3 (\approx 8.5\text{m}^3) \end{aligned}$$

사) 돼지 (분뇨 혼합식, 사육시설의 면적 100m² 기준)

① 분·뇨 배출량 = 271.32 ℓ/일

② 액비화조 용량 (V₁)

$$\begin{aligned} V_1 &= 1\text{일 분뇨배출량} \times 30\text{일} \times \text{안전율 } 1.1 \\ &= 271.32 \ell/\text{일} \times 30\text{일} \times 10^{-3} \times 1.1 \\ &= 8.95\text{m}^3 (\approx 9\text{m}^3) \end{aligned}$$

아) 축종별 호기액비화시설의 용량 계산식

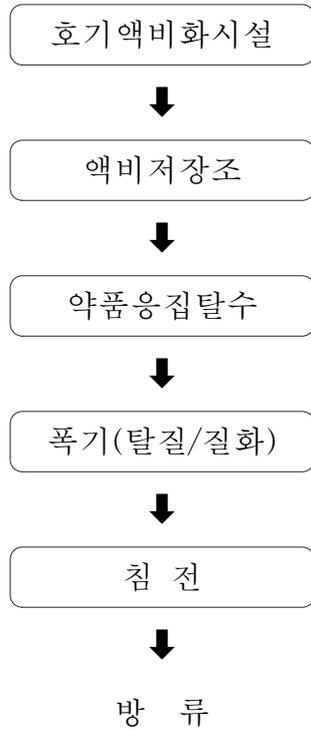
<표 4-8> 호기액비화시설의 용량계산식

구 분	호기액비화시설 유효용량(m ³)	사육 두수	마리당 액비화조 필요용량(m ³ /두)	호기액비화시설 용량 계산식
젓 소 (분뇨혼합식)	4	8.3두	0.48	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 4\text{m}^3$
돼 지 (분뇨분리식)	8.5	71.4두	0.12	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 8.5\text{m}^3$
돼 지 (분뇨혼합식)	9	71.4두	0.13	$V_1 = \frac{\text{축사면적}}{100\text{m}^2} \times 9\text{m}^3$

* 정화처리 연계형 호기액비화시설

① 호기 액비화시설과 연계 정화방류시설은 처리방법에 따라 많은 차이가 있으므로, 가장 일반적으로 적용되는 공법을 제시하고자 한다.

② 공 정



③ 설계조건

- 농도

항 목	호기성 액비 약품응집탈수여액	목표수질(방류수)
생물화학적산소요구량 (mg/l)	1,000	150
부유물질량 (mg/l)	300	150
총 질 소 (mg/l)	1,500	850
총 인 (mg/l)	200	200

* 특정지역의 경우, 방류수 수질기준 이하로 하려면, 고도처리시설을 갖추어야 한다.

- 폭기조(탈질/질화조) 용량 산출

(폭기조 유입 오염물질 농도 - BOD:1,000, T-N:1,500)

구 분	F/M 비	BOD 용적부하	질소부하
계산식	$\frac{BOD \times Q}{V \times MLSS}$	$\frac{BOD \times Q \times 10^{-3}}{V}$	$\frac{T-N \text{제거량} \times Q}{V \times MLSS}$
설계기준	0.12	0.5	0.04
유입 BOD(mg/L)	1,000	1,000	
T-N 제거량(mg/L)			650(1,500-850)
Q (m ³ /d)	15	15	15
MLSS (mg/L)	3,000	3,000	3,000
용량(V) 계산	$\frac{1,000 \times 15}{0.12 \times 3,000}$	$\frac{1,000 \times 15 \times 10^{-3}}{0.5}$	$\frac{650 \times 15}{0.04 \times 3,000}$
폭기조(탈질/질화조) 용량 V(m ³)	41.7	30	81.3
HRT(V/Q)	41.7/15=2.78day	30/15=2.0day	81.3/15=5.4day
비고			

※ 폭기조(탈질/질화조)의 용량 결정시 모든 조건을 충족시키기 위하여 상기 계산 결과 중 가장 큰 값 (81.3m³)으로 결정한다.

- 침전조 용량 산출

구 분	수면적 부하(m ³ /m ² -day)	
	5.2	10.4
계산식	$\frac{Q}{A}$	
Q (m ³ /d)	15	15
침전조면적계산	$\frac{15}{5.2}$	$\frac{15}{10.4}$
침전조 면적 A(m ²)	2.9	1.44
침전조지름계산	$2.9 = \frac{3.14 \times D^2}{4}$	$1.44 = \frac{3.14 \times D^2}{4}$
침전조 지름 D(m)	1.92	1.36
비고		

※ 침전조의 용량결정은 침전조 지름이 1.36 ~ 1.92(m) 이 되도록 결정한다..

8) 액비저장조

- 가) 호기액비화시설에서 생산된 액비를 저장하는 시설임.
- 나) 개방형의 경우 우수의 침투를 방지할 수 있는 구조 또는 여유고를 두도록 한다. 인명 및 가족의 추락을 방지하기 위하여 울타리 등을 설치한다.
- 다) 밀폐식의 경우 내부청소 및 스크램을 제거할 수 있는 맨홀 및 가스배출을 위한 가스배출구 (Vent)를 설치하여야 한다.
- 라) 액비의 균질화를 위해 고정식 교반기(Propeller교반기, 수중교반기, 펌프 순환식 교반장치, 폭기식 교반장치등 교반목적에 부합되는 시설)를 반드시 설치해야 한다.
 - Propeller교반기 : 밀폐식 저장조에 적당하며 저장조가 골고루 혼합될 수 있는 수량을 콘크리트 슬라브 위에 고정한다. 저장량이 적을 때를 고려하여 각 교반기당 Propeller는 2개 이상 설치하고 Propeller의 위치는 조정이 가능해야 한다.
 - 수중교반기 : 저장조의 한쪽 측면에 설치하여 반대방향으로 액비를 분사하도록 한다. 저장조의 길이가 클 경우 교반기를 양측면에 설치하여 중앙으로 액비를 분사한다. 저장된 용량에 따라 교반기의 위치를 상하로 이동하여 교반할 수 있도록 한다.
 - 펌프순환식 교반장치 : 저장조의 측면 하단부에서 액비를 흡입하여 펌프의 토출압으로 스크램층을 부수고 액비를 혼합한다.
고른 혼합을 위해 펌프의 토출측은 위치이동이 용이한 재질로 한다.
 - 폭기식 교반장치 : 저장조 수표면에 설치하는 표면폭기방식, 저장조 바닥에 설치하는 수중폭기방식, 저장조 밖에 송풍기를 설치한 후 송풍기에 의해 이송된 공기를 저장조 바닥의 산기관을 통해 살포하여 교반하는 방식이 있으며, 표면폭기방식은 수위변동에 따라 이동할 수 있도록 설치해야 한다.

9) 톱밥갈짚우사의 퇴비사 용량 계산식

<표 4-12> 톱밥갈짚우사 100㎡당 축종별 사육두수 및 분 발생량

구 분	사육두수	마리당 분 배출량	분 발생량	분 함유율(%)
젓 소 (착유우 기준)	4.5두/100㎡	24.6kg/일.두	110.7kg/일	82.3
한 우 (비육우 기준)	14.3두/100㎡	10.1kg/일.두	144.43kg/일	78.4

가) 젓소 톱밥갈짚우사 (사육시설의 면적 100㎡ 기준)

① 분 배출량 = 110.7kg/일

② 갈짚우사의 톱밥량 = 100㎡ × 톱밥층 10cm
= 10㎡

③ 퇴비사 용량 (V₁) - 톱밥상 1회 교환주기 저장용량

° 톱밥상 교환주기 12개월동안 분 배출량 = 110.7kg/일 × 365일
= 40,405.5kg

° 톱밥상 교환시 톱밥량 = 10㎡ × 1회/1년 × 용적중 300kg/㎡
= 3,000kg

(톱밥 용적중은 톱밥의 입경, 거칠기, 함유율에 따라 차이가 있으나 함유율 25%일때의 용적중을 300kg/㎡으로 한다.)

° 분과 톱밥의 총 건조형물량

$$\text{축분 } 40,405.5\text{kg} \times \frac{100 - \text{함수율 } 82.3}{100} + \text{톱밥 } 3,000\text{kg} \times \frac{100 - \text{함수율 } 25}{100}$$

$$= 9,401.77\text{kg}$$

° 퇴비사 유입시 함유율(65%) 고려시 퇴비사 용량

$$V_1 = 9,401.77\text{kg} \times \frac{100}{100 - 65} \div \text{용적중 } 800\text{kg/㎡}$$

$$= 33.58\text{㎡} (\approx 34\text{㎡})$$

° 우사를 2등분하여 최소 2개월 이상의 시차를 두어 톱밥을 교체하는 경우는

$$33.58\text{㎡} \div 2 = 16.79\text{㎡} (\approx 17\text{㎡})$$

나) 한우 톱밥갈짚우사 (사육시설의 면적 100m² 기준)

① 분 배출량 = 144.43kg/일

② 갈짚우사의 톱밥량 = 100m² × 톱밥층 5cm
= 5m³

③ 퇴비사 용량 (V₁) - 톱밥상 2회 교환주기 저장용량(60일 저장용량)

°톱밥상 교환주기 30일 분 배출량 = 144.43kg/일 × 30일
= 4,332.9kg

°톱밥상 교환시 톱밥량 = 5m³ × 1회/30일 × 용적중 300kg/m³
= 1,500kg

°분과 톱밥의 총 건고형물량

축분 4,332.9kg × $\frac{100 - \text{함수율 } 78.4}{100}$ + 톱밥 1,500kg × $\frac{100 - \text{함수율 } 25}{100}$
= 2,060.9kg

°퇴비사 유입시 함수율(65%)을 고려하고 톱밥상 2회 교환물량 저장 퇴비사 용량

V₁ = 2,060.9kg × $\frac{100}{100 - 65}$ ÷ 용적중 800kg/m³ × 2회
= 14.72m³ (≒ 15m³)

다) 톱밥갈짚우사의 퇴비사 용량 계산식

<표 4-13> 톱밥갈짚우사의 퇴비사의 용량계산식

구 분	톱밥갈짚우사의 퇴비사 용량 계산식
젓 소	V ₁ = $\frac{\text{톱밥갈짚우사의 면적}}{100\text{m}^2} \times 34\text{m}^3$
젓 소 (시차교환경우)	V ₁ = $\frac{\text{톱밥갈짚우사의 면적}}{100\text{m}^2} \times 17\text{m}^3$
한 우	V ₁ = $\frac{\text{톱밥갈짚우사의 면적}}{100\text{m}^2} \times 15\text{m}^3$

Ⅱ. 가축분뇨 자원화시설 개요

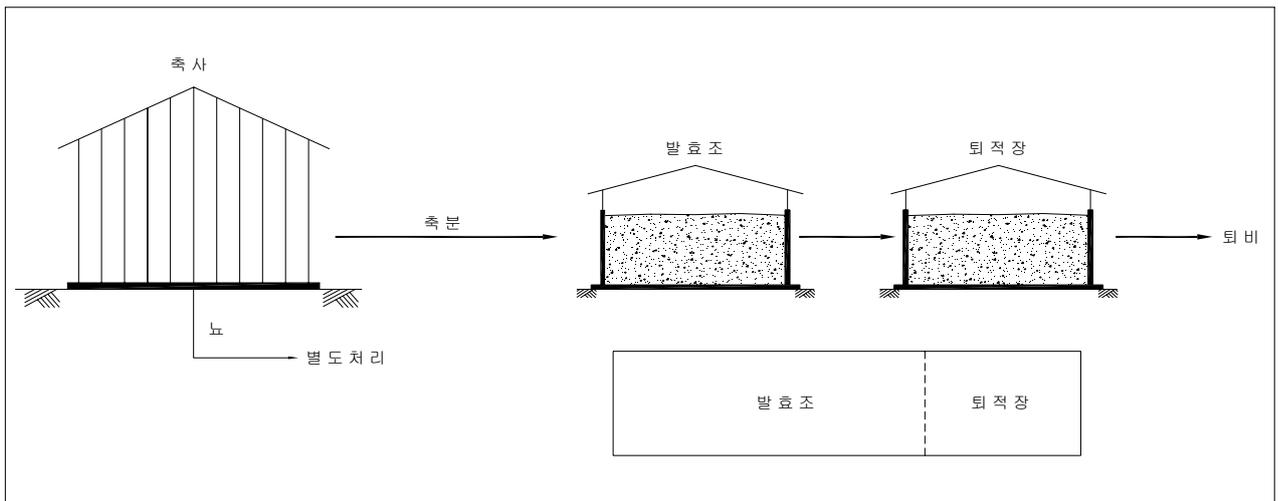
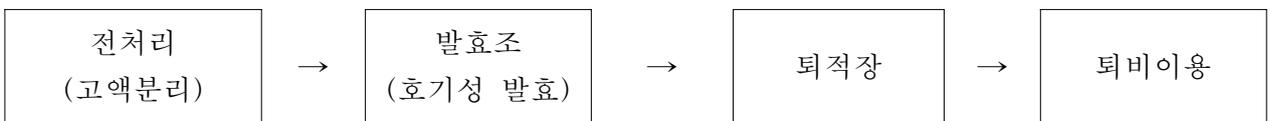
1. 퇴비사

축사에서 고액분리된 축분을 수분조절재(톱밥 및 왕겨 등)와 혼합하여 함수율을 조절한 다음, 퇴비사 시설의 발효조로 운반하여 호기성균을 이용 일정기간 1차 발효시킨 후, 퇴적장에서 2차 발효를 실시.

1) 적용대상

°모든 축종과 규모에 관계없이 적용가능하며 돼지의 경우 500두(700m²) 미만의 사육규모, 닭의 경우 10,000수 미만의 사육규모에 적합하다.

2) 공정개요



<그림 1> 퇴비사의 처리공정도

3) 세부구조 및 규격

구 분	구 조 및 규 격	적 용 대 상
축 사	1) 급수기에 니플 등을 설치하여 급수시 물이 바닥에 흘러내리지 않도록 하여야 하며 급수시 흘러내리는 물을 밖으로 배출시키기 위한 물받이, 배수로 등을 설치하여야 한다.	분뇨분리식 : 젓소, 한우, 돼지, 개 닭

구 분	구 조 및 규 격	적 용 대 상
퇴비사	1) 우수의 유입, 침투를 방지할 수 있도록 지붕을 설치하고 측면으로 물이 스며들지 않도록 하여야 한다. 2) 퇴비사 시설을 발효조와 퇴적장으로 방지턱 또는 배수홈등으로 구분하여 설치하여야 한다. 3) 발효조의 유효용적은 젓소(분뇨 분리식)의 경우 축사면적 100m ² 당 19m ³ 이상, 한우(분뇨 분리식)의 경우 축사면적 100m ² 당 7m ³ 이상, 돼지(분뇨 분리식)의 경우 축사면적 100m ² 당 9m ³ 이상, 닭의 경우 사육마리수 1,000수당 13m ³ 이상, 개(분뇨 분리식)의 경우 사육두수 100두당 5m ³ 이상으로 하여야 한다. 4) 퇴적장의 유효용량은 발효조의 1/2 이상으로 한다. 5) 발효조와 퇴적장의 유효 높이는 2m 이상으로 하여야 한다.	

4) 설계 계산예

가) 젓소 사육시설(분뇨 분리식)

젓소 사육시설의 면적 : 800 m²

① 발효조

- 유효용량 : $800\text{m}^2 \times \frac{19\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 152\text{m}^3$

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 5m

- 길이 : 15.2m

② 퇴적장

- 유효용량 : $152\text{m}^3 \times 0.5 = 76\text{m}^3$

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 5m

- 길이 : 7.6m

나) 한우 사육시설(분뇨 분리식)

한우 사육시설의 면적 : 600 m²

① 발효조

- 유효용량 : $600\text{m}^2 \times \frac{7\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 42\text{m}^3$

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 5m

- 길이 : 4.2m

② 퇴적장

- 유효용량 : $42\text{m}^3 \times 0.5 = 21\text{m}^3$

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 5m

- 길이 : 2.1m

다) 돼지 사육시설(분뇨 분리식)

돼지 사육시설의 면적 : 2000 m²

① 발효조

- 유효용량 : $2000\text{m}^2 \times \frac{9\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 180\text{m}^3$

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 8m

- 길이 : 11.3m

② 퇴적장

- 유효용량 : $180\text{m}^3 \times 0.5 = 90\text{m}^3$

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 8m

- 길이 : 5.7m

라) 닭 사육시설

닭 사육시설의 사육마리수 : 10,000수

① 발효조

- 유효용량 : $10,000\text{수} \times \frac{13\text{m}^3}{1,000\text{수}} = 130\text{m}^3$

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 7m

- 길이 : 9.3m

② 퇴적장

- 유효용량 : $130\text{m}^3 \times 0.5 = 65\text{m}^3$

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 7m

- 길이 : 4.7m

마) 개 사육시설(분뇨분리식)

개 사육두수 : 500두

① 발효조

- 유효용량 : $500\text{두} \times \frac{5\text{m}^3}{100\text{두}} = 25\text{m}^3$

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 3m

- 길이 : 4.2m

② 퇴적장

- 유효용량 : $25\text{m}^3 \times 0.5 = 12.5\text{m}^3$

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 3m

- 길이 : 2.1m

구 분	시 설 규 모	발 효 조 (m ³)	퇴 적 장 (m ³)
젓소 사육시설 (분뇨 분리식)	200m ²	38	19
	300m ²	57	28.5
	400m ²	76	38
	800m ²	152	76
	1,000m ²	190	95

구 분	시 설 규 모	발 효 조 (m³)	퇴 적 장 (m³)
한우 사육시설 (분뇨 분리식)	200m²	14	7
	300m²	21	11
	600m²	42	21
	800m²	56	28
	1,000m²	70	35
돼지 사육시설 (분뇨 분리식)	400m²	36	18
	700m²	63	32
	1,000m²	90	45
	1,400m²	126	63
	2,000m²	180	90
닭 사육시설	10,000수	130	65
	20,000수	260	130
	30,000수	390	195
	40,000수	520	260
	60,000수	780	390
개 사육시설 (분뇨 분리식)	200두	10	5
	300두	15	7.5
	500두	25	12.5
	1,000두	50	25

※ 퇴비사의 가축 종류별 각 시설의 용량계산식

구 분	발 효 조 (m³)	퇴 적 장 (m³)
젖소 사육시설 (분뇨 분리식)	$V_1 = S \times \frac{19m^3}{100m^2}$	$V_2 = V_1 \times 0.5$
한우 사육시설 (분뇨 분리식)	$V_1 = S \times \frac{7m^3}{100m^2}$	$V_2 = V_1 \times 0.5$
돼지 사육시설 (분뇨 분리식)	$V_1 = S \times \frac{9m^3}{100m^2}$	$V_2 = V_1 \times 0.5$
닭 사육시설	$V_1 = S \times \frac{13m^3}{1,000수}$	$V_2 = V_1 \times 0.5$
개 사육시설 (분뇨 분리식)	$V_1 = S \times \frac{5m^3}{100두}$	$V_2 = V_1 \times 0.5$

주) S = 각 사육시설의 사육규모(m²), 닭의 경우 사육마리수

V₁ = 발효조 유효용량(m³)

V₂ = 퇴적장 유효용량(m³)

5) 운전요령

구 분	운 전 요 령	비 고
축 사	1) 축사내에서 분분리를 철저히 하고 세정수를 되도록 적게 사용하여 축분의 함수율을 최소화 한다.	
발 효 조 및 퇴 적 장	1) 축사에서 배출되는 축분을 수분조절재(톱밥, 왕겨 등)와 혼합하면서 함수율 75% 정도로 조절하여 쌓아둔다. 2) 전체적으로 고른 퇴비화를 이루기 위해 발효중 골고루 혼합하여 준다. 3) 발효조에서 60일정도 발효를 실시한 후 퇴적장에서 30일정도 2차 발효를 실시한다. 4) 2차발효 완료된 퇴비는 경종농가와 계약하여 퇴비로 판매하거나 초지, 농경지에 퇴비로 사용한다. 퇴비로 사용할 때 복토를 하거나 땅을 갈아 엷어준다. 5) 주변을 청소하여 악취 및 해충이 발생하지 않도록 하여야 한다.	

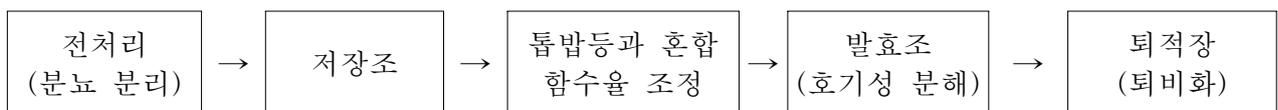
2. 통풍식 톱밥발효시설

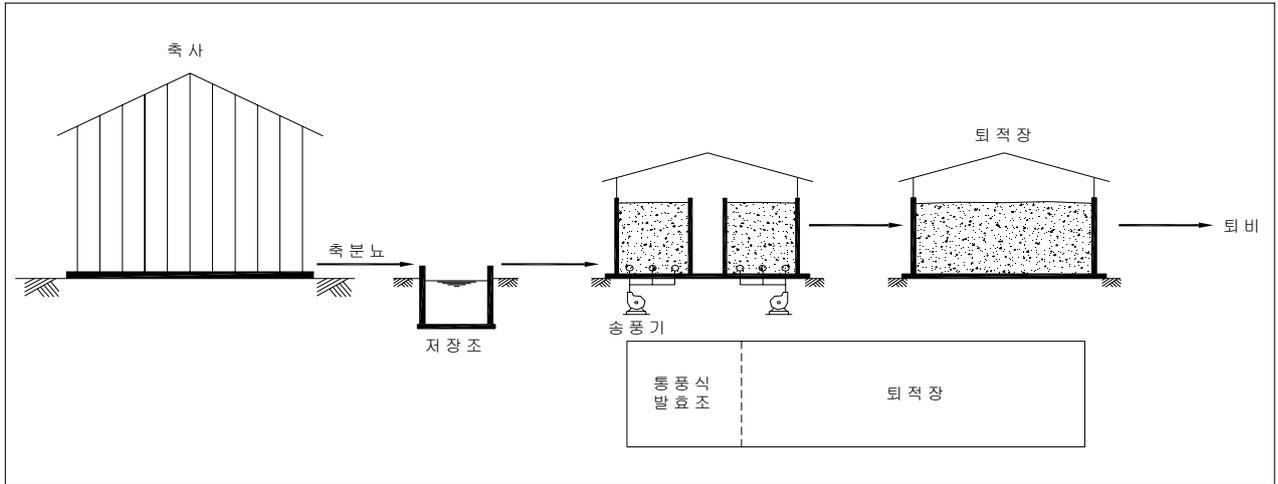
축사에서 배출된 축분을 저장조에 1차 저류하였다가 수분조절재(톱밥 및 왕겨 등)와 혼합하여 함수율을 조절한 다음, 발효시설의 발효조로 운반하여 호기성균을 이용 일정기간 1차 발효시킨후, 퇴적장으로 운반하여 2차 발효를 실시

1) 적용대상

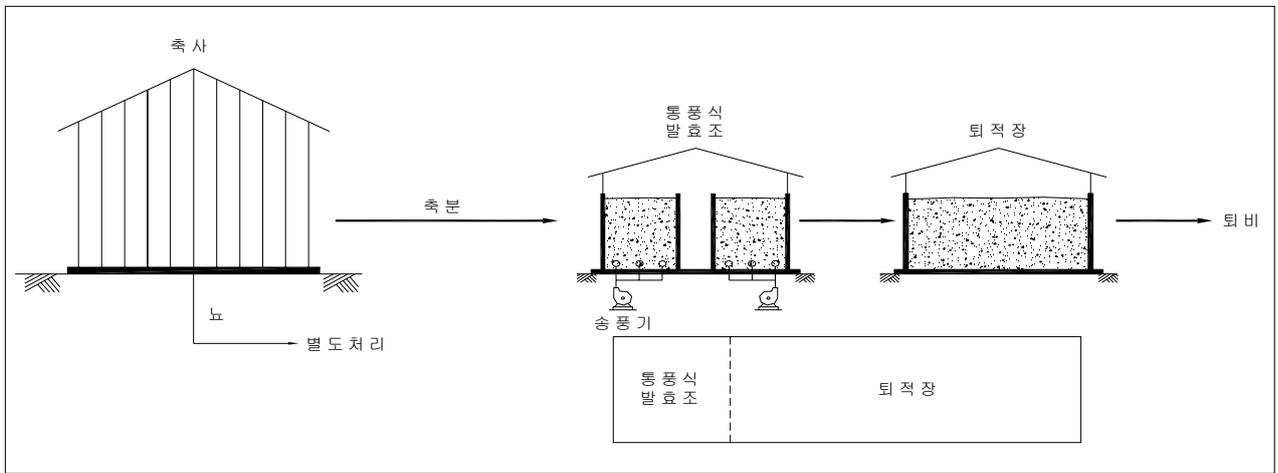
°모든 축종과 규모에 관계없이 적용 가능하며 돼지의 경우 500두(700m²)~2,000두(2,800m²) 사육규모, 닭의 경우 10,000수 이상의 사육규모에 적합하다.

2) 공정개요





<그림 2> 통풍식 톱밥발효시설의 공정도(분뇨 혼합식 : 돼지)



<그림 3> 통풍식 톱밥발효시설의 공정도(젓소, 한우, 돼지, 닭)

3) 세부구조 및 규격

구 분	구 조 및 규 격	적용대상
축 사	1) 급수기에 니플 등을 설치하여 급수시 물이 바닥에 흘러내리지 않도록 하여야 하며 급수시 흘러내리는 물을 밖으로 배출시키기 위한 물받이, 배수로 등을 설치하여야 한다.	분뇨분리식 :젓소, 한우, 돼지 분뇨혼합식 : 돼지, 닭
혼합공간	1) 저장조 및 축사에서 이송된 축분과 수분조절재를 혼합하는 시설 및 장비의 작업이 용이하도록 적당한 공간을 확보하여야 한다. 2) 혼합시 우수가 유입되지 않도록 유의하여야 한다.	

구 분	구 조 및 규 격	적용대상
발효조 및 퇴적장	1) 우수의 유입, 침투를 방지할 수 있도록 지붕을 설치하고 측면으로 물이 스며들지 않도록 하여야 한다. 2) 발효시설은 발효조와 퇴적장으로 구분하여 설치하여야 한다. 3) 발효조의 유효용량은 젓소(분뇨 분리식)의 경우 축사면적 100m ² 당 5m ³ 이상, 한우(분뇨 분리식)의 경우 축사면적 100m ² 당 1.9m ³ 이상, 돼지의 경우 축사면적 100m ² 당 분뇨 분리식의 경우 2.2m ³ 이상, 분뇨 혼합식의 경우 10m ³ 이상, 닭의 경우 사육마리수 1,000수당 3m ³ 이상으로 하여야 한다. 4) 퇴적장의 유효용량은 발효조의 3배 이상으로 하여야 한다. 5) 발효조의 유효높이는 2m 이상으로 하여야 한다. 6) 발효조의 바닥에는 공기를 0.05 ~ 0.2m ³ /분·m ³ 정도 불어 넣을 수 있는 송풍시설, 통풍시설 및 침출수 배수시설을 갖추어야 한다. 7) 축분 및 수분조절재를 혼합. 운반. 적재할 수 있는 시설 또는 장비를 갖추어야 한다. 8) 발효조와 퇴적장의 유효깊이는 본 표준설계도에서 제시된 깊이 이상도 가능하다.	

4) 설계 계산예

가) 젓소 사육시설(분뇨 분리식)

젓소 사육시설의 면적 : 800m²

① 발효조

- 유효용량 : $800\text{m}^2 \times \frac{5\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 40\text{m}^3$
- 유효높이 : 2m
- 폭 : 2.8m
- 길이 : 7.2m(발효조 2.8mW×6mL×2mH×2조)

② 퇴적장

- 유효용량 : $40\text{m}^3 \times 3 = 120\text{m}^3$
- 유효높이 : 2m
- 폭 : 6m

- 길이 : 10m

나) 한우 사육시설(분뇨 분리식)

한우 사육시설의 면적 : 2,000m²

① 발효조

- 유효용량 : $2,000\text{m}^2 \times \frac{1.9\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 38\text{m}^3$

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 2.8m

- 길이 : 6.8m(발효조 2.8mW×6mL×2mH×2조)

② 퇴적장

- 유효용량 : $38\text{m}^3 \times 3 = 114\text{m}^3$

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 6m

- 길이 : 9.5m

다) 돼지 사육시설(분뇨 분리식)

돼지 사육시설의 면적 : 4,000m²

① 발효조

- 유효용량 : $4,000\text{m}^2 \times \frac{2.2}{100\text{m}^2} = 88\text{m}^3$

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 2.8m

- 길이 : 15.8m(발효조 2.8mW×6mL×2mH×4조)

② 퇴적장

- 유효용량 : $88\text{m}^3 \times 3 = 264\text{m}^3$

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 6m

- 길이 : 22m

라) 돼지 사육시설(분뇨 혼합식)

돼지 사육시설의 면적 : 500m²

① 발효조

- 유효용량 : $500\text{m}^2 \times \frac{10\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 50\text{m}^3$
- 유효높이 : 2m
- 폭 : 2.8m
- 길이 : 9m (발효조 2.8mW × 6mL × 2mH × 5조)

② 퇴적장

- 유효용량 : $50\text{m}^3 \times 3 = 150\text{m}^3$
- 유효높이 : 2m
- 폭 : 6m
- 길이 : 12.5m

마) 닭 사육시설

닭 사육시설의 사육마리수 : 20,000수

① 발효조

- 유효용량 : $20,000\text{수} \times \frac{3\text{m}^3}{1,000\text{수}} = 60\text{m}^3$
- 유효높이 : 2m
- 폭 : 2.8m
- 길이 : 10.8m(발효조 2.8mW×6mL×2mH×2조)

② 퇴적장

- 유효용량 : $60\text{m}^3 \times 3 = 180\text{m}^3$
- 유효높이 : 2m
- 폭 : 6m
- 길이 : 15m

구 분	시 설 규 모	발 효 조 (m ³)	퇴 적 장 (m ³)
젓소 사육시설 (분뇨 분리식)	400m ²	20	60
	800m ²	40	120
	1,000m ²	50	150
	1,500m ²	75	225
	2,000m ²	100	300
한우 사육시설 (분뇨 분리식)	1,000m ²	19	57
	1,500m ²	29	87
	2,000m ²	38	114
	3,000m ²	57	171
	5,000m ²	95	285
돼지 사육시설 (분뇨 분리식)	500m ²	11	33
	700m ²	16	48
	1,000m ²	22	66
	2,000m ²	44	132
	4,000m ²	88	264
돼지 사육시설 (분뇨 혼합식)	300m ²	30	90
	400m ²	40	120
	500m ²	50	150
	600m ²	60	180
	700m ²	70	210
닭 사육시설	5,000수	15	45
	10,000수	30	90
	20,000수	60	180
	30,000수	90	270
	50,000수	150	450

※ 통풍식 톱밥발효시설의 가축종류별 각 시설의 용량 계산식

구 분	발 효 조 (m ³)	퇴적장 (m ³)
젓소 사육시설 (분뇨 분리식)	$V_1 = S \times \frac{5m^3}{100m^2}$	$V_2 = 3 \times V_1$
한우 사육시설 (분뇨 분리식)	$V_1 = S \times \frac{1.9m^3}{100m^2}$	$V_2 = 3 \times V_1$
돼지 사육시설 (분뇨 분리식)	$V_1 = S \times \frac{2.2m^3}{100m^2}$	$V_2 = 3 \times V_1$
돼지 사육시설 (분뇨 혼합식)	$V_1 = S \times \frac{10m^3}{100m^2}$	$V_2 = 3 \times V_1$
닭 사육시설	$V_1 = S \times \frac{3m^3}{1,000\text{수}}$	$V_2 = 3 \times V_1$

주) S = 각 사육시설의 사육규모(m²), 닭의 경우 사육마리수

$V_1 = \text{발효조 유효용량}(m^3)$

$V_2 = \text{퇴적장 유효용량}(m^3)$

※설계시 참고사항

°발효시설 설치시 톱밥을 저장, 혼합할 수 있는 면적 등을 고려하여야 한다.

5) 운전요령

구 분	운 전 요 령	비 고
축 사	1) 축사내에서 분분리를 철저히 하고 세정수를 되도록 적게 사용하여 폐수발생량을 최소화 한다.	
발효조 및 퇴적장	1) 축사에서 배출되는 축분을 수분조절재(톱밥, 왕겨 등)와 혼합, 교반하여 함수율 75% 정도로 조절하여 투입한다. 2) 수분조절된 축분을 발효조에 투입한 후 발효조의 바닥에서 24시간 공기를 불어 넣어준다. 3) 발효조에서 15일 정도 발효를 실시한 축분을 퇴적장에 운반하여 45일 정도 2차 발효를 실시한다. 4) 1차 발효된 퇴비를 퇴적장으로 운반한 후, 빈 발효조도 2일 정도 송풍을 계속하여 원료 찌꺼기나 바닥의 수분을 건조시킨다. 5) 2차 발효가 완료된 축분은 경종농가와의 계약에 의하여 퇴비로 판매 또는 농경지나 초지에 살포하거나 수분조절재로 재활용한다. 퇴비로 사용할 때 복도를 하거나 땅을 갈아 얹어준다. 6) 통기구가 있는 바닥의 경우 통기구멍을 수시로 확인·보수한다.	

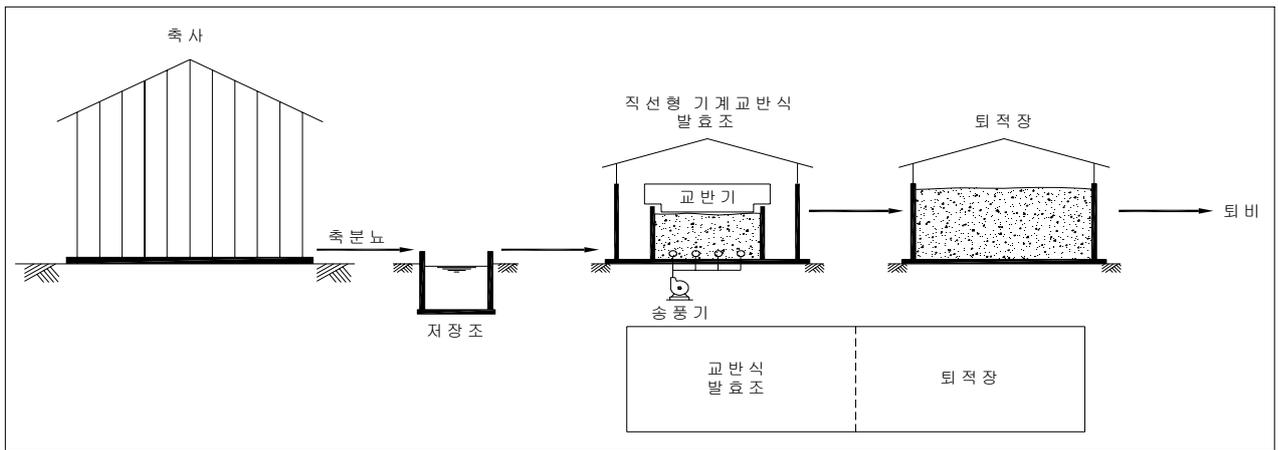
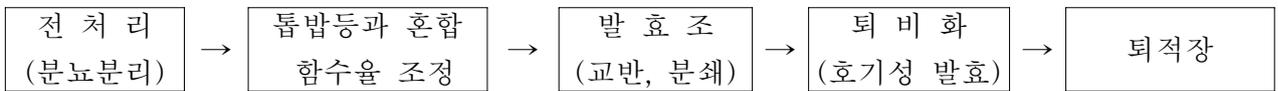
3. 교반식 톱밥발효시설 (직선형)

축사에서 배출된 축분을 수분조절재(톱밥 및 왕겨 등)와 혼합하여 함수율을 조절한 다음, 발효시설의 발효조로 운반하여 교반장치를 이용 교반, 혼합하면서 일정기간 1차 발효 시킨 후 퇴적장으로 운반하여 2차 발효를 실시

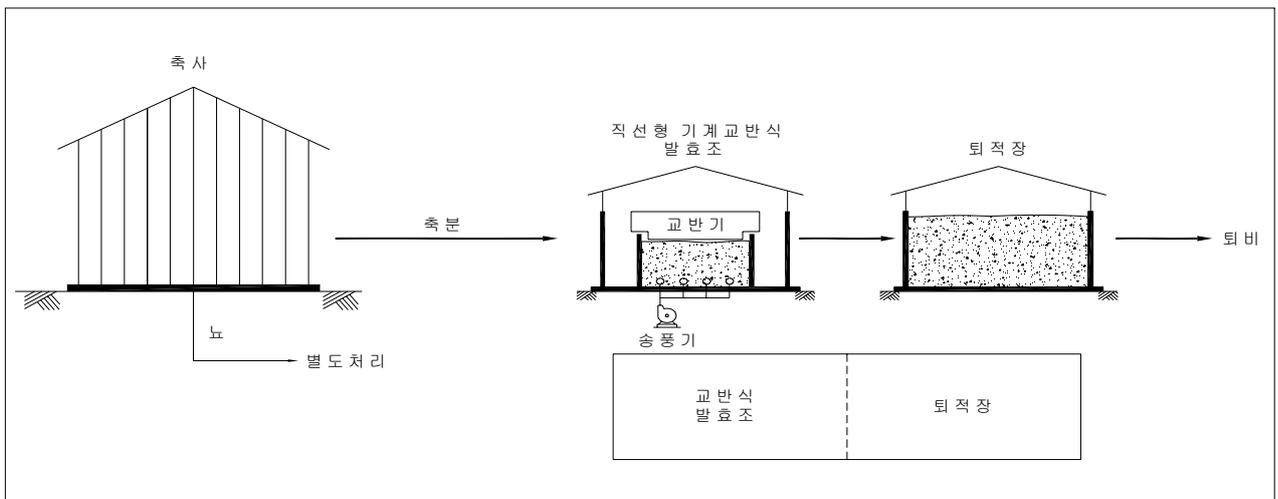
1) 적용대상

°모든 축종과 규모에 관계없이 적용가능하며 돼지의 경우 2,000두(2,800m²) 이상 사육규모, 닭의 경우 30,000수 이상의 사육규모에 적합하다.

2) 공정개요



<그림 4> 교반식 톱밥발효시설의 공정도(분뇨 혼합식 : 돼지)



<그림 5> 교반식 톱밥발효시설의 공정도(젓소, 한우, 돼지, 닭)

3) 세부구조 및 규격

구 분	구 조 및 규 격	적용대상
축 사	1) 급수기에 니플 등을 설치하여 급수시 물이 바닥에 흘러내리지 않도록 하여야 하며 급수시 흘러내리는 물을 밖으로 배출시키기 위한 물받이, 배수로 등을 설치하여야 한다.	분뇨분리식 : 젖소, 한우, 돼지 분뇨혼합식 : 돼지, 닭
저 장 조	1) 저장조가 필요한 경우 농가의 기 설치시설을 활용한다.	
혼합공간	1) 저장조 및 축사에서 이송된 축분과 수분조절재를 혼합하는 시설 및 장비의 작업이 용이하도록 적당한 공간을 확보하여야 한다. 2) 혼합시 우수가 유입되지 않도록 유의하여야 한다.	
발효조 및 퇴적장	1) 우수의 유입, 침투를 방지할 수 있도록 지붕을 설치하고 측면으로 물이 스며들지 않도록 하여야 한다. 2) 발효조의 유효용량은 젖소(분뇨 분리식)의 경우 축사면적 100㎡당 10㎥ 이상, 한우(분뇨 분리식)의 경우 축사면적 100㎡당 3.7㎥ 이상, 돼지의 경우 축사면적 100㎡당 분뇨 분리식의 경우 4.4㎥ 이상, 분뇨 혼합식의 경우 20㎥ 이상, 닭의 경우 사육마리수 1,000수당 7㎥ 이상으로 하여야 한다. 3) 발효조의 유효높이는 교반기의 종류(에스컬레이터식, 로타리식, 스크류식 등)의 종류에 따라 1.3 ~ 3.0m 이상으로 할 수 있다. 4) 발효조의 바닥에는 공기를 0.05 ~ 0.2㎥/분·㎡ 정도 불어 넣을 수 있는 송풍시설, 통풍시설 및 침출수 배수시설을 갖추어야 한다. 5) 축분 및 수분조절재를 혼합, 운반, 적재할 수 있는 시설 또는 장비를 갖추어야 한다. 6) 발효조 내용물을 교반, 혼합할 수 있는 시설 및 장비(교반기)를 갖추어야 한다. 7) 발효조는 부지 여건에 따라 지상식, 반지하식, 지하식으로 설치할 수 있다.	

구 분	구 조 및 규 격	적용대상
발효조 및 퇴적장	8) 발효시설은 발효조와 퇴적장으로 구분하여 설치하여야 한다. 9) 퇴적장의 유효용량은 발효조의 유효용량 이상으로 하여야 한다. 10) 발효조의 폭은 양쪽 레일 간격 2~10m로 하여 교반기의 종류 발효조의 필요용량, 부지여건 등에 따라 선택하여 적용한다. 11) 발효조와 퇴적장의 유효높이는 본 표준설계도에서 제시된 높이 이상도 가능하다.	

4) 설계 계산예

가) 젖소 사육시설(분뇨 분리식)

젖소 사육시설의 면적 : 1,000m²

① 발효조

- 유효용량 : $1,000\text{m}^2 \times \frac{10\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 100\text{m}^3$
- 높 이 : 1.5m
- 유효높이 : 1.3m
- 레일간격 : 5m (발효조 폭 4.8m)
- 길 이 : 16.1m

② 퇴적장

- 유효용량 : 100m³
- 유효높이 : 2m
- 폭 : 7m
- 길 이 : 7.2m

나) 한우 사육시설(분뇨 분리식)

한우 사육시설의 면적 : 3,000m²

① 발효조

- 유효용량 : $3,000\text{m}^2 \times \frac{3.7\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 111\text{m}^3$
- 높 이 : 1.5m

- 유효높이 : 1.3m
- 레일간격 : 4m (발효조 폭 3.8m)
- 길이 : 22.5m

② 퇴적장

- 유효용량 : 111m³
- 유효높이 : 2m
- 폭 : 6m
- 길이 : 9.3m

다) 돼지 사육시설(분뇨 분리식)

돼지 사육시설의 면적 : 4,000m²

① 발효조

- 유효용량 : $4,000\text{m}^2 \times \frac{4.4\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 176\text{m}^3$
- 높이 : 1.5m
- 유효높이 : 1.3m
- 레일간격 : 6m (발효조 폭 5.8m)
- 길이 : 23.4m

② 퇴적장

- 유효용량 : 176m³
- 유효높이 : 2m
- 폭 : 8m
- 길이 : 11m

라) 돼지 사육시설(분뇨 혼합식)

돼지 사육시설의 면적 : 1,000m²

① 발효조

- 유효용량 : $1,000\text{m}^2 \times \frac{20\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 200\text{m}^3$
- 높이 : 1.5m
- 유효높이 : 1.3m
- 레일간격 : 6m (발효조 폭 5.8m)

- 길이 : 26.6m

② 퇴적장

- 유효용량 : 200m³

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 8m

- 길이 : 12.5m

마) 닭 사육시설

닭 사육시설의 사육마리수 : 30,000수

가) 발효조

- 유효용량 : 30,000수 $\times \frac{7\text{m}^3}{1,000\text{수}} = 210\text{m}^3$

- 높이 : 1.5m

- 유효높이 : 1.3m

- 레일간격 : 6m (발효조 폭 5.8m)

- 길이 : 27.9m

나) 퇴적장

- 유효용량 : 210m³

- 유효높이 : 2m

- 폭 : 8m

- 길이 : 13.2m

구 분	시 설 규 모	발 호 조 (m ³)	퇴 적 장 (m ³)
젓소 사육시설 (분뇨 분리식)	400m ²	40	40
	800m ²	80	80
	1,000m ²	100	100
	2,000m ²	200	200
	4,000m ²	400	400
한우 사육시설 (분뇨 분리식)	1,000m ²	37	37
	2,000m ²	74	74
	3,000m ²	111	111
	4,000m ²	148	148
	5,000m ²	185	185
돼지 사육시설 (분뇨 분리식)	1,000m ²	44	44
	2,000m ²	88	88
	3,000m ²	132	132
	4,000m ²	176	176
	5,000m ²	220	220
돼지 사육시설 (분뇨 혼합식)	300m ²	60	60
	500m ²	100	100
	1,000m ²	200	200
	2,000m ²	400	400
	3,000m ²	600	600
닭 사육시설	10,000수	70	70
	20,000수	140	140
	30,000수	210	210
	50,000수	350	350
	80,000수	560	560

※교반식 톱밥발효시설의 가축종류별 각 시설의 용량 계산식(직선형)

구 분	발 효 조 (m ³)	퇴 적 장 (m ³)
젓소 사육시설 (분뇨 분리식)	$V_1 = S \times \frac{10m^3}{100m^2}$	$V_2 = V_1$
한우 사육시설 (분뇨 분리식)	$V_1 = S \times \frac{3.7m^3}{100m^2}$	$V_2 = V_1$
돼지 사육시설 (분뇨 분리식)	$V_1 = S \times \frac{4.4m^3}{100m^2}$	$V_2 = V_1$
돼지 사육시설 (분뇨 혼합식)	$V_1 = S \times \frac{20m^3}{100m^2}$	$V_2 = V_1$
닭 사육시설	$V_1 = S \times \frac{7m^3}{1,000\text{수}}$	$V_2 = V_1$

주) S = 각 사육시설의 사육규모(m²) , 닭의 경우 사육마리수

V₁ = 발효조 유효용량(m³)

V₂ = 퇴적장 유효용량(m³)

5) 운전요령

구 분	운 전 요 령	비 고
축 사	1) 축사내에서 분분리를 철저히 하고 세정수를 되도록 적게 사용하여 폐수 발생량을 최소화 한다.	
발효조 및 퇴적장	<p>1) 축사에서 배출되는 축분을 수분조절재(톱밥, 왕겨 등)와 혼합, 교반하여 함수율 75% 정도로 조절하여 투입한다.</p> <p>2) 인력 또는 스키드로우더를 이용하여 발효조에 적절한 높이로 투입한다.</p> <p>3) 수분조절된 축분을 발효조에 투입한 후 발효조의 바닥에서 24시간 공기를 불어 넣어준다.</p> <p>4) 발효조 내용물은 기계를 이용하여 1일 1~ 2회 정도 교반, 혼합하여 준다.</p> <p>5) 저온 발효시 : 원료투입 1~2일후(투입구로부터 10m내외구간)부터 발효균 증식에 의해 저온발효가 진행되면서 온도는 약 30~40℃까지 상승함. 고온 발효시 : 저온발효 개시후 약 3~4일 후에는 고온균의 증식으로 고온발효가 진행되면서 온도가 상승하여 수분증발과 잡균 및 해충의 알 등이 사멸, 안정성 높은 퇴비가 만들어진다.</p> <p>6) 발효조에서 30일 정도 발효를 실시한 축분을 퇴적장에 운반하여 30일정도 2차 발효를 실시한 후, 발효가 완료된 축분은 경종농가와 계약에 의하여 퇴비로 판매 또는 농경지나 초지에 살포하거나 수분조절재로 재활용한다. 퇴비로 사용할 때 복토를 하거나 땅을 갈아엎는다.</p> <p>7) 분 중에 돌, 쇠조각 등 이물질이 혼입되지 않도록 한다.</p> <p>8) 고수분 상태의 축분을 사용하지 않는다.</p>	

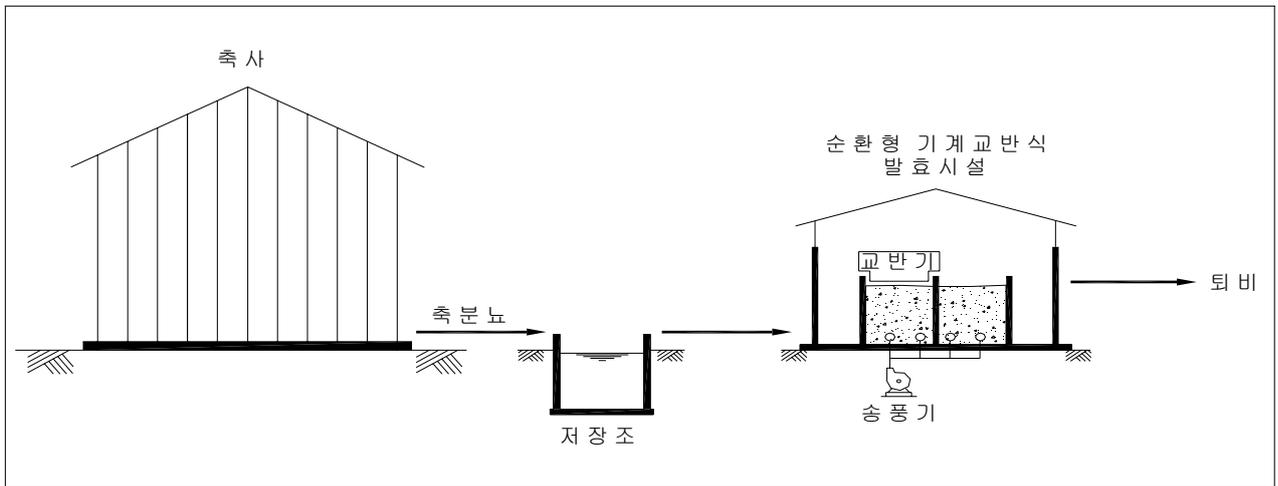
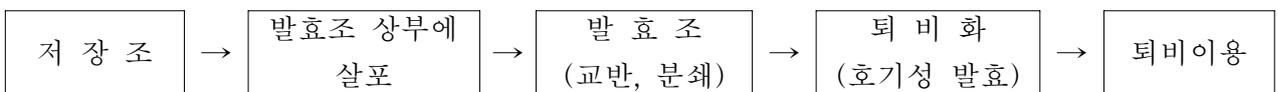
4. 교반식 톱밥발효시설 (순환형 로타리식)

축사에서 배출된 축분을 발효 건조 중인 퇴비중에 고르게 살포한 후 교반장치를 이용 교반, 혼합함으로써 축분을 일정기간 발효 건조처리

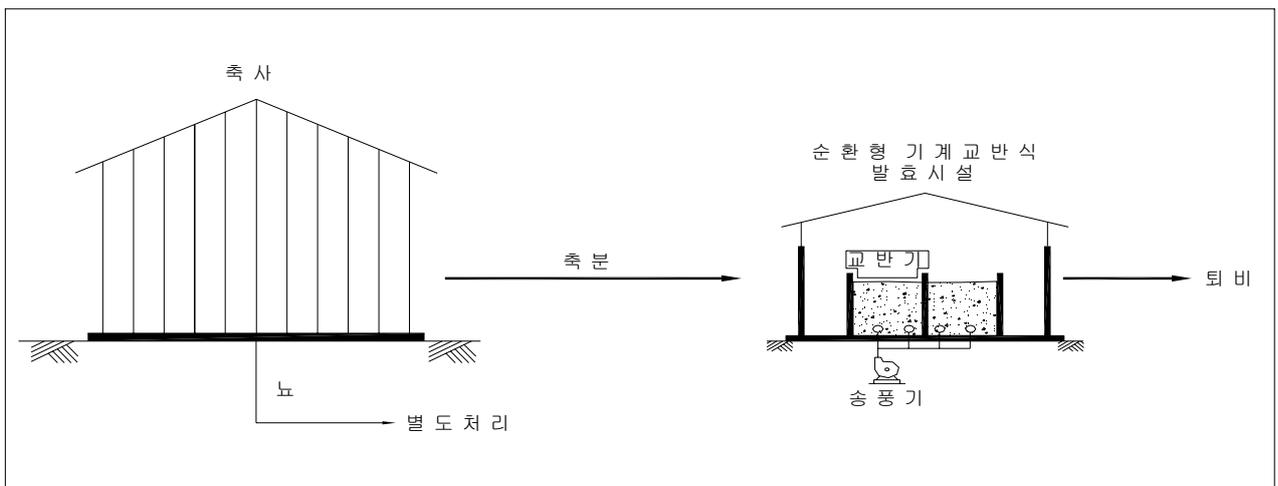
1) 적용대상

°모든 축종과 규모에 관계없이 적용가능 하며 돼지의 경우 1,000두(400m²) 이상 사육규모, 닭의 경우 10,000수 이상 사육규모에 적합하다.

2) 공정개요



<그림 6> 교반식 톱밥발효시설의 공정도(분뇨 혼합식 : 돼지)



<그림 7> 교반식 톱밥발효시설의 공정도(젃소, 한우, 돼지, 닭)

3) 세부구조 및 규격

구분	구조 및 규격	적용대상
축사	1) 급수기에 니플 등을 설치하여 급수시 물이 바닥에 흘러내리지 않도록 하여야 하며 급수시 흘러내리는 물을 밖으로 배출시키기 위한 물받이, 배수로 등을 설치하여야 한다.	분뇨분리식 : 젓소, 한우, 돼지 분뇨혼합식 : 돼지, 닭
저장조	1) 저장조가 필요한 경우 농가의 기설치시설을 활용한다	
발효시설	1) 우수의 유입, 침투를 방지할 수 있도록 지붕을 설치하고 측면으로 물이 스며들지 않도록 하여야 한다. 2) 발효조의 유효용량은 젓소(분뇨 분리식)의 경우 축사면적 100㎡당 30㎾ 이상, 한우(분뇨 분리식)의 경우 축사면적 100㎡당 9㎾ 이상, 돼지의 경우 축사면적 100㎡당 분뇨 분리식의 경우 8㎾ 이상, 분뇨 혼합식의 경우 79㎾ 이상, 닭의 경우 사육마리수 1,000수당 13㎾ 이상으로 하여야 한다. 3) 발효조의 유효높이는 0.8m 이상으로 하여야 한다. 4) 발효조의 바닥에는 공기를 0.05 ~ 0.2㎾/분·㎾ 정도 불어 넣을 수 있는 송풍시설, 통풍시설 및 침출수 배수시설을 갖추어야 한다. 5) 축분을 운반, 적재할 수 있는 시설 또는 장비를 갖추어야 한다. 6) 발효조 내용물을 혼합, 교반할 수 있는 시설 및 장비(교반기)를 갖추어야 한다. 7) 발효조의 폭은 양쪽 레일 간격 4~10m로 하여 교반기의 종류 발효조의 필요용량, 부지여건 등에 따라 선택하여 적용한다. 8) 발효조를 비우고 발효를 다시 시작할 때에는 톱밥이나 발효퇴비를 30cm 정도 깔고 그 위에 축분을 살포한다.	

4) 설계 계산예

가) 젓소 사육시설(분뇨 분리식)

젓소 사육시설의 면적 : 1,000㎡

① 발효조

- 유효용량 : $1,000\text{m}^2 \times \frac{30\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 300\text{m}^3$
- 높이 : 1m
- 유효높이 : 0.8m
- 레일간격 : 10m (발효조 폭 9.6m)
- 길이 : 원형부 10m + 직선부 30.9m = 40.9m

나) 한우 사육시설(분뇨 분리식)

한우 사육시설의 면적 : 3,000m²

① 발효조

- 유효용량 : $3,000\text{m}^2 \times \frac{9\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 270\text{m}^3$
- 높이 : 1m
- 유효높이 : 0.8m
- 레일간격 : 10m (발효조 폭 9.6m)
- 길이 : 원형부 10m + 직선부 27m = 37m

다) 돼지 사육시설(분뇨 분리식)

돼지 사육시설의 면적 : 3,000m²

① 발효조

- 유효용량 : $3,000\text{m}^2 \times \frac{8\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 240\text{m}^3$
- 높이 : 1m
- 유효높이 : 0.8m
- 레일간격 : 8m (발효조 폭 7.6m)
- 길이 : 원형부 8m + 직선부 32.9m = 40.9m

라) 돼지 사육시설(분뇨 혼합식)

돼지 사육시설의 면적 : 300m²

① 발효조

- 유효용량 : $300\text{m}^2 \times \frac{79\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 237\text{m}^3$
- 높이 : 1m
- 유효높이 : 0.8m
- 레일간격 : 8m (발효조 폭 7.6m)
- 길이 : 원형부 8m + 직선부 32.4m = 40.4m

마) 닭 사육시설

닭 사육마리수 : 30,000수

① 발효조

- 유효용량 : $30,000\text{수} \times \frac{13\text{m}^3}{1,000\text{수}} = 390\text{m}^3$
- 높이 : 1m
- 유효높이 : 0.8m
- 레일간격 : 8m (발효조 폭 7.6m)
- 길이 : 원형부 8m + 직선부 57.6m = 65.6m

구 분	시 설 규 모	발 호 조 (m ³)
젓소 사육시설 (분뇨 분리식)	400m ²	120
	800m ²	240
	1,000m ²	300
	2,000m ²	600
	3,000m ²	900
한우 사육시설 (분뇨 분리식)	1,000m ²	90
	2,000m ²	180
	3,000m ²	270
	4,000m ²	360
	5,000m ²	450
돼지 사육시설 (분뇨 분리식)	1,000m ²	80
	2,000m ²	160
	3,000m ²	240
	4,000m ²	320
	5,000m ²	400
돼지 사육시설 (분뇨 혼합식)	100m ²	79
	150m ²	119
	200m ²	158
	250m ²	198
	300m ²	237
닭 사육시설	5,000수	65
	10,000수	130
	20,000수	260
	30,000수	390
	50,000수	650

※교반식 톱밥발효시설의 가축종류별 각 시설의 용량 계산식(순환형 로타리식)

구 분	발 효 시 설 (m ³)
젖소 사육시설 (분뇨 분리식)	$V_1 = S \times \frac{30m^3}{100m^2}$
한우 사육시설 (분뇨 분리식)	$V_1 = S \times \frac{9m^3}{100m^2}$
돼지 사육시설 (분뇨 분리식)	$V_1 = S \times \frac{8m^3}{100m^2}$
돼지 사육시설 (분뇨 혼합식)	$V_1 = S \times \frac{79m^3}{100m^2}$
닭 사육시설	$V_1 = S \times \frac{13m^3}{1,000\text{수}}$

주) S = 각 사육시설의 사육규모(m²) , 닭의 경우 사육마리수

V₁ = 발효시설 유효용량(m³)

5) 운전요령

구 분	운 전 요 령	비 고
축 사	1) 축사내에서 분 분리를 철저히 하고 세정수를 되도록 적게 사용하여 폐수 발생량을 최소화 한다.	
발효시설	1) 축사에서 배출되는 축분을 발효조내의 톱밥층이나 발효중인 퇴비층 위에 깔고루 살포한다. 2) 축분을 매일 발효조의 상부에 투입한 후 발효조의 바닥에서 24시간 공기를 불어 넣어준다. 3) 발효조 내용물은 기계를 이용하여 1일 1~2회 정도 교반, 혼합하여 준다. 4) 발효가 완료된 퇴비를 배출하기 전에는 일주일 이상 축분 투입을 중단하여 고른 퇴비화를 이룬다. 5) 6개월간 발효가 완료된 퇴비는 경종농가와 계약에 의하여 퇴비로 판매 또는 농경지 초지에 살포하거나 수분조절재로 재활용한다. 퇴비로 사용할 때 복토를 하거나 땅을 갈아엎는다. 6) 분뇨중에 돌, 쇠조각 등 이물질이 혼입되지 않도록 한다.	

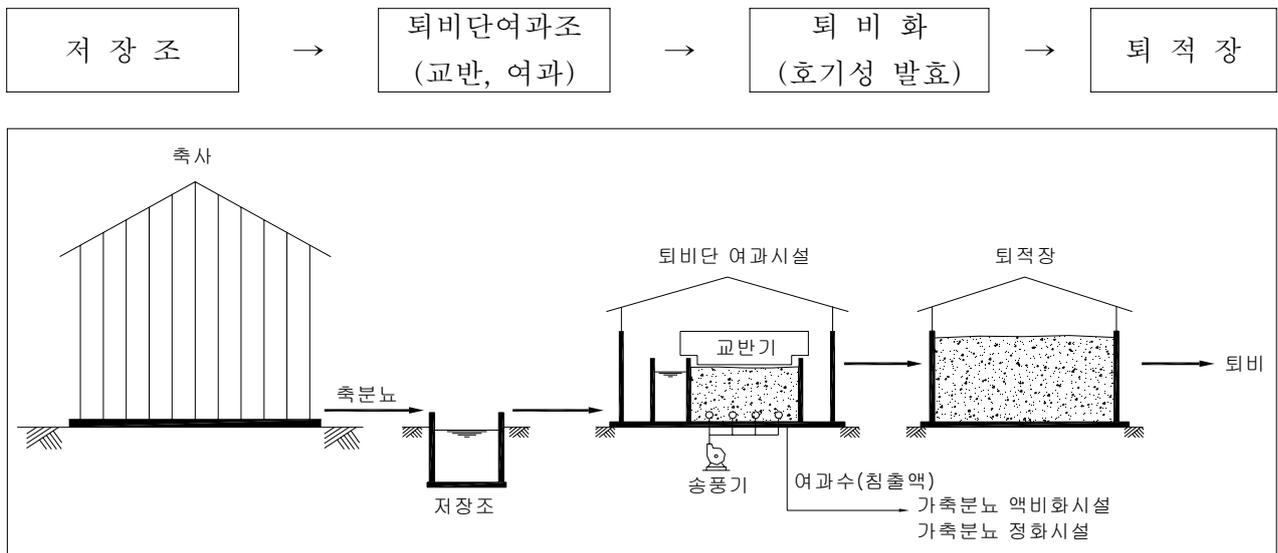
5. 퇴비단 여과시설

일명 SCB(Slurry Composting & Biofiltration)이라고 불리우며, 축사에서 배출된 축분뇨를 왕겨와 톱밥으로 미리 채워진 퇴비단 상부에 살포하면, 슬러리층 고형물은 퇴비단 상층부에 억류되며, 억류된 고형물은 상층교반으로 걷어내어 퇴적장으로 이송하여 발효시켜 퇴비화하고, 액상물은 하부로 침출되는 과정에서 여재층의 미생물에 의해 유기물이 분해, 안정화된 여과액(침출액)으로 배출되며, 여과액은 액비로 사용하거나, 정화처리하여 방류한다.

1) 적용대상 및 조건

°돼지(분뇨 혼합식)사육시설에 적용가능하며 사육규모에 관계없이 적용할 수 있다.

2) 공정개요



<그림 8> 퇴비단 여과시설의 공정도[분뇨 혼합식 : 돼지]

3) 세부구조 및 규격

구분	구조 및 규격	적용대상
축사	1) 급수기에 니플 등을 설치하여 급수시 물이 바닥에 흘러내리지 않도록 하여야 하며 급수시 흘러내리는 물을 밖으로 배출시키기 위한 물받이, 배수로 등을 설치하여야 한다.	분뇨혼합식 : 돼지
저장조	1) 저장조가 필요한 경우 농가의 기 설치시설을 활용한다.	

구 분	구 조 및 규 격	적용대상
측면 집수조	<ol style="list-style-type: none"> 1) 저장조 및 측사에서 이송된 축분뇨가 교반기에 설치된 살포장치로 쉽게 흡입될 수 있도록 퇴비단 측면에 설치해야 한다. 2) 측면집수조의 벽 및 바닥은 방수재료로 만들거나 방수제를 사용하여야 한다. 	
퇴비단 여과시설 및 퇴적장	<ol style="list-style-type: none"> 1) 우수의 유입, 침투를 방지할 수 있도록 지붕을 설치하고 측면으로 물이 스며들지 않도록 하여야 한다. 2) 퇴비단의 유효용량은 돼지(분뇨 혼합식)의 측사면적 100m²당 9m³ 이상으로 하여야 한다. 3) 퇴비단의 유효높이는 1.8m 이상으로 하여야 한다. 4) 퇴비단의 바닥에는 공기를 0.05 ~ 0.2m³/m³·min 정도 불어 넣을 수 있는 송풍시설, 통풍시설을 갖추어야 한다. 5) 퇴비단 하부 통풍배관의 설치 간격은 0.8m~1.0m, 길이는 30m 이내가 적당하다. 6) 퇴비단을 교반, 혼합할 수 있는 시설 및 장비(교반기)를 갖추어야 한다. 7) 교반기는 교반깊이 조절이 가능해야 하며, 축분뇨를 퇴비단 상부에 골고루 살포할 수 있는 시설이 갖추어져야 한다. 8) 퇴비단여과시설은 부지 사정이나 여건에 따라 지상식, 반지하식, 지하식으로 설치할 수 있다. 9) 시설은 퇴비단과 퇴적장으로 구분하여 설치하여야 한다. 10) 퇴적장의 유효용량은 퇴비단의 유효용량 이상으로 하여야 한다. 11) 발효조의 폭은 양쪽 레일 간격 4~10m로 하여 교반기의 종류, 퇴비단의 필요용량, 부지여건 등에 따라 선택하여 적용한다. 12) 퇴비단 하부로 흘러내린 침출여액은 주기적으로 배출할 수 있게 배관시설을 갖추어야 한다. 	

4) 설계 계산예

가) 돼지 사육시설(분뇨 혼합식)

돼지 사육시설의 면적 : 2,000m²

① 퇴비단

- 유효용량 : $2,000\text{m}^2 \times \frac{9\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 180\text{m}^3$
- 높이 : 2.0m
- 유효높이 : 1.8m
- 레일간격 : 6m (발효조 폭 5.8m)
- 길이 : 17.3m

② 퇴적장

- 유효용량 : 180m³
- 유효높이 : 2m
- 폭 : 8m
- 길이 : 11.3m

구 분	시 설 규 모	퇴비단 (m ³)	퇴 적 장 (m ³)
돼지 사육시설 (분뇨 혼합식)	600m ²	54	54
	800m ²	72	72
	1,000m ²	90	90
	2,000m ²	180	180
	3,000m ²	270	270

※퇴비단 여과시설의 가축종류별 각 시설의 용량 계산식

구 분	퇴비단 (m ³)	퇴 적 장 (m ³)
돼지 사육시설 (분뇨 혼합식)	$V_1 = S \times \frac{9\text{m}^3}{100\text{m}^2}$	$V_2 = V_1$

주) S = 각 사육시설의 사육규모(m²)

V₁ = 퇴비단 유효용량(m³)

V₂ = 퇴적장 유효용량(m³)

5) 운전요령

구 분	운 전 요 령	비 고
축 사	1) 축사내에서 세정수를 되도록 적게 사용하여 분뇨 발생량을 최소화 한다.	
퇴비단 여과시설 및 퇴적장	1) 퇴비단이 완전히 비워진 상태에서 퇴비단 유효깊이의 1/2을 왕겨로 채우고 그 위에 나머지 톱밥을 채운다. 2) 퇴비단 용적 30m ³ 당 1일 1m ³ 의 돈분뇨를 상부에 골고루 살포한다. 3) 고액분리후 사용시 효율이 증대한다. 4) 가축분뇨의 고형분 농도와 살포량 등에 따라 물빠짐이 1 ~ 3일 소요 되므로 물빠짐이 완료되면 다시 살포한다. 5) 물빠짐이 완료되면 상부에 억류된 고형물질이 퇴비단내로 혼입되지 않도록 교반하며 퇴적장으로 배출한다. 6) 퇴비단 상부교반시에는 상부의 30cm 정도만 교반한다. 7) 상층교반이 완료되면 퇴적장으로 밀려나간 톱밥양 만큼 반대편에 보충하여 준다. 8) 퇴비단은 12개월 주기로 전량교체를 실시하며 교체전 퇴비단 전체를 5일정도 교반을 실시한 후 퇴적장으로 이송한다. 9) 퇴비단에 왕겨와 톱밥을 재투입하기전 바닥의 통기시설과 배수시설의 막힘이 없도록 깨끗이 청소를 한다. 10) 가축분뇨 중에 돌, 쇠조각 등 이물질이 혼입되지 않도록 한다. 11) 퇴비단 여과시설은 퇴적장을 고려하여 충분한 용량으로 설치하여, 전반부는 여과시설로, 후반부는 퇴적장으로 사용할 수 있다.	

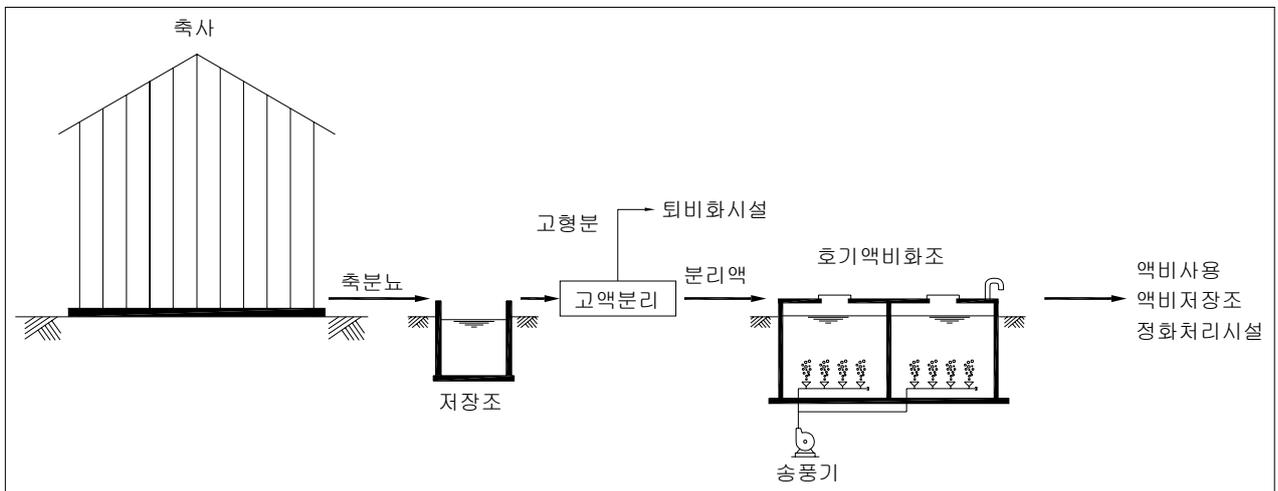
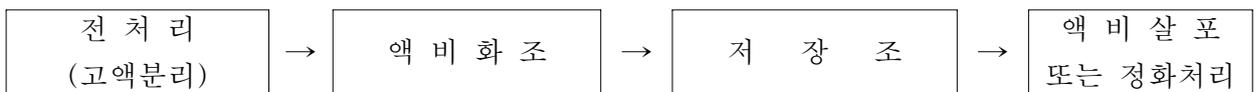
6. 호기액비화시설

호기성 조건하에서 가축분뇨의 고액분리된 액을 액비화하는 시설로 액비화한 후 곧바로 액비로 사용하거나 액비저장시설에 저장 또는 정화시설과 연계하여 처리함.

1) 적용대상

°젓소(분뇨 혼합식), 돼지(분뇨 분리식, 분뇨 혼합식)사육시설에 적용되며 사육규모에 관계없이 적용가능하다.

2) 공정개요



<그림 9> 호기액비화시설의 공정도 [젓소, 돼지]

3) 세부구조 및 규격

구분	구조 및 규격	적용대상
축사	1) 고액분리기로 고액분리된 분리여액만 액비화조로 유입되는 구조로 한다.	분뇨혼합식 : 젓소, 돼지 분뇨분리식 : 돼지
호기액비화조	1) 액비화조는 일정한 수위를 유지하며 호기조건이 일정하도록 칸막이를 설치하여 액비저장조나 정화처리시설로 이송하더라도 말단의 수위만 변동되도록 한다. 2) 바닥과 측면은 불침투성 재료(방수콘크리트, PE-FRP 등)를 사용하여 물이 스며들거나 가축분뇨가 새어나가지 않는 구조이어야 한다.	

구 분	구 조 및 규 격	적용대상
호기 액비화조	<p>3) 개방형의 경우 우수의 침투를 방지할 수 있는 구조(지붕 등)로 한다. 인명 및 가축의 추락을 방지하기 위하여 울타리 등을 설치한다.</p> <p>4) 밀폐식의 경우 내부청소 및 스크럼을 제거할 수 있는 맨홀 및 가스배출을 위한 가스배출구(Vent)를 설치하여야 한다.</p> <p>5) 유효깊이는 4.0m 이상으로 하고 액비저장조나 정화처리시설과 연계할 수 있어야 한다.</p> <p>6) 총 유효용량은 젖소(분뇨 혼합식)의 경우 축사면적 100㎡당 4㎥, 돼지의 경우 축사면적 100㎡당 분뇨 분리식의 경우 8.5㎥, 분뇨 혼합식의 경우 9㎥ 이상으로 하여야 한다.</p> <p>7) 분뇨중의 유기물질이나 악취물질을 생물학적으로 분해 안정화하여 액비사용 시 문제가 없도록 충분한 공기(액비화조 유효용량 1㎥당 0.03㎥air/분 이상)를 공급할 수 있는 송풍시설을 갖추어야 한다.</p> <p>8) 송풍시설 중 액비화조내에 설치되는 산기장치는 산소전달 효율이 큰 고효율의 산기관을 설치하여야 송풍기의 용량 절감 및 동력비를 절감할 수 있다.(산소전달효율이 큰 송풍과 산기를 겸한 장치도 사용가능)</p> <p>9) 호기성으로 처리된 액비는 적절한 정화처리 시설을 연계하여 처리할 수 있다.</p> <p>10) 호기성으로 처리된 액비는 그 상태로 액비사용에 문제가 없으나 액비 비수기시 저장을 위해 액비저장시설과 연계되도록 하여야 한다.</p> <p>11) 속성호기액비화 장치의 경우 액비화기간을 단축시킬 수는 있으나 생산된 액비에서 악취발생이 없도록 필요시 별도의 악취방지시설을 갖추어야 한다.</p> <p>12) 액비저장조는 사각 콘크리트식, 원형 콘크리트식, 원형 범랑판넬식 등 다양하게 설치될 수 있고, 우수의 침투를 방지할 수 있는 구조로 한다.</p> <p>13) 가축분뇨를 호기액비화시설로 처리할 경우, 축사내의 피트, 집수조, 호기액비화조, 액비저장조를 합하여, 처리일수 180일 이상이 되도록 한다.</p>	

4) 설계 계산예

가) 젓소 사육시설(분뇨 혼합식)

젓소(분뇨혼합식) 사육시설의 면적 : 1,000 m²

① 호기액비화조

- 유효용량 : $1,000\text{m}^2 \times \frac{4\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 40\text{m}^3$
- 유효깊이 : 4m
- 폭 : 4m
- 길이 : 2.5m(액비화조 4mW×4mL×4mH)

나) 돼지 사육시설(분뇨 분리식)

돼지(분뇨분리식) 사육시설의 면적 : 2,000 m²

① 호기액비화조

- 유효용량 : $2,000\text{m}^2 \times \frac{8.5\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 170\text{m}^3$
- 유효깊이 : 4m
- 폭 : 6m
- 길이 : 9.4m(액비화조 6mW×10mL×4mH)

다) 돼지 사육시설(분뇨 혼합식)

돼지(분뇨혼합식) 사육시설의 면적 : 3,000 m²

① 호기액비화조

- 유효용량 : $3,000\text{m}^2 \times \frac{9\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 270\text{m}^3$
- 유효깊이 : 4m
- 폭 : 6m
- 길이 : 15m (액비화조 6mW × 15mL × 4mH)

구 분	시 설 규 모	호기액비화조 (m ³)	비 고
젓소 사육시설 (분뇨혼합식)	400m ²	16	
	800m ²	32	
	1,000m ²	40	
	1,500m ²	60	
	2,000m ²	80	
돼지 사육시설 (분뇨분리식)	1,000m ²	85	
	1,500m ²	127.5	
	2,000m ²	170	
	3,000m ²	225	
	4,000m ²	340	
돼지 사육시설 (분뇨혼합식)	600m ²	54	
	800m ²	72	
	1,000m ²	90	
	2,000m ²	180	
	3,000m ²	270	

※ 호기액비화시설의 가축종류별 각 시설의 용량 계산식

구 분	액비화시설 (m ³)	비 고
젓소 사육시설 (분뇨혼합식)	$V_1 = S \times \frac{4m^3}{100m^2}$	
돼지 사육시설 (분뇨분리식)	$V_1 = S \times \frac{8.5m^3}{100m^2}$	
돼지 사육시설 (분뇨혼합식)	$V_1 = S \times \frac{9m^3}{100m^2}$	

주) S = 각 사육시설의 사육규모(m²)

V₁ = 액비화시설 유효용량(m³)

5) 운전요령

구 분	운 전 요 령	비 고
전처리	1) 분과 뇨를 고액분리기로 분리시킨다. 2) 분리된 고형분은 1일 1회 이상 수거하여 퇴비화시설로 이송한다. 3) 고형분을 제거하고 남은 분리액을 액비화조로 이송한다.	
호기 액비화조	1) 액비화조에 투입되는 분리액은 1일 일정량씩 투입하여야 하며 한꺼번에 분리액을 투입함으로 인한 충격부하를 방지한다. 2) 호기성 조건하에서 분리액의 유기물질과 악취성분이 호기미생물에 의해 분해 안정화되도록 24시간 송풍기를 가동하여야 한다. 3) 고액분리된 분뇨라 하더라도 유기물질의 농도가 높기 때문에 안정적인 액비를 얻기 위해서는 많은 공기량이 필요하므로 송풍기에 의한 전력비를 줄이기 위해 고효율의 산기관을 사용함이 바람직하고 거품을 제거할 수 있는 소포시설을 설치하여야 한다. 4) 액비화조에 칸막이로 2개조 이상 설치시에는 말단의 액비를 전단부로 내부 반송하여 액비화 효율을 높이고, 액비화시 악취를 줄일 수 있다. 5) 말단의 조내 액비에 취기가 없고 액비화가 완료되었다고 판단된 경우 1일 일정량을 액비로 사용하거나 저장시설로 운반하여야 한다. 6) 호기액비화시설을 정화처리시설과 연계하여 방류하고자 할 경우, 응집탈수시 인의 제거효율을 높이기 위하여 무기응집제(철염, ALUM, PAC)등을 투입하여야 한다.	

※ 정화처리시설은 10m³/일 용량의 모델을 예시도면에 제시한다.

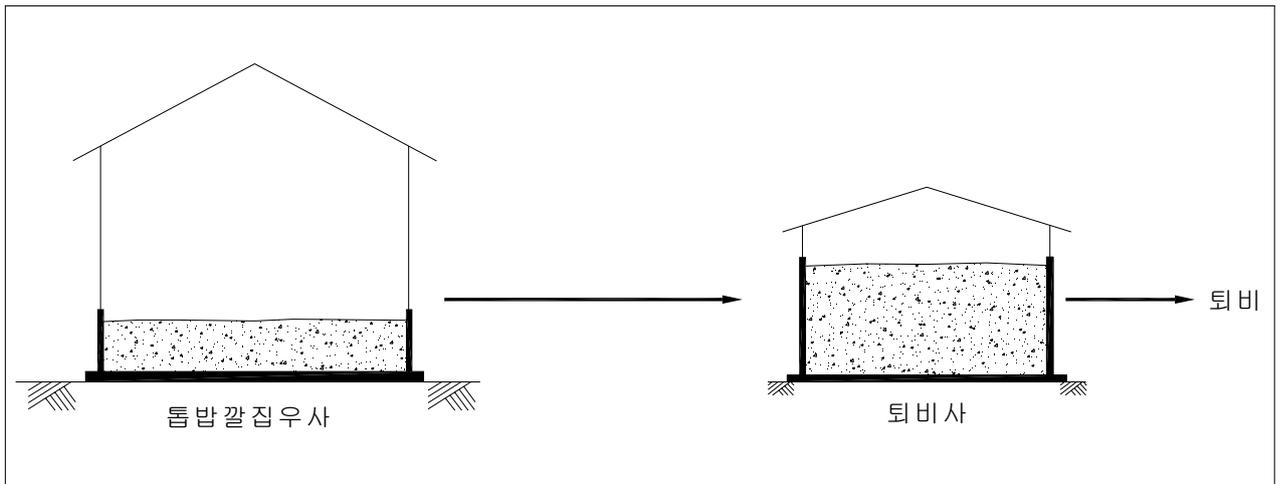
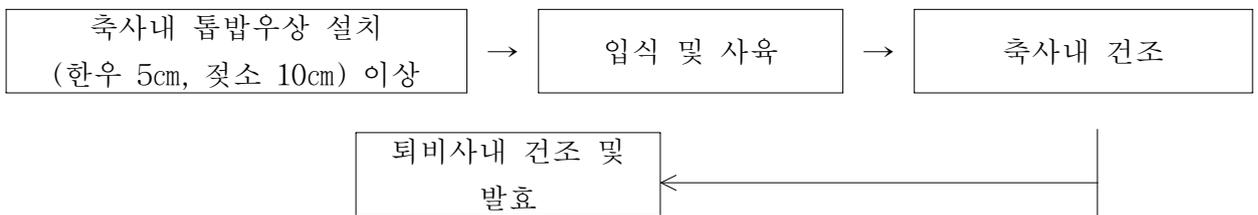
7. 톱밥깔짚우사의 퇴비사

우사 바닥에 톱밥 또는 왕겨, 발효건조 톱밥우분을 한우 5cm, 젖소는 10cm 두께로 깔고 그 위에 소를 사육하여 소가 배설한 분뇨를 소가 밟고 뒤집어 줌으로써 일부 건조후 톱밥우상에서 1차 건조된 축분뇨를 퇴비사로 운반하여 퇴비사에서 건조·발효처리

1) 적용대상

°축사의 규모에 관계없이 젖소 및 한우의 톱밥깔짚사육시설에 적합하다.

2) 공정개요



<그림 13> 톱밥깔짚우사의 퇴비사 처리 흐름도

3) 세부구조 및 규격

구분	구조 및 규격	적용대상
톱밥깔짚우사	1) 톱밥상을 설치하는 우사는 군사 사육할 수 있도록 칸막이를 설치하여야 한다. 2) 우수의 유입 침투를 방지할 수 있도록 지붕을 설치하고 측면으로부터 물이 스며들지 않도록 하여야 한다(지붕을 개·폐식으로 설치하거나 투광성스레이트(F.R.P)등으로 설치하면 건조, 증발이 용이함)	한우, 젖소

구 분	구 조 및 규 격	적용대상
톱밥갈짚 우사	<ol style="list-style-type: none"> 3) 수분의 증발이 용이하도록 적당한 환기시설을 갖추어야 한다. 4) 우사의 바닥은 불침투성재료(방수콘크리트등)를 사용하여 폐수가 땅속으로 유입되거나 지하수가 유입되지 않도록 하여야 한다. 5) 톱밥우상의 주변으로 톱밥이 흩어지지 않도록 20cm의 턱을 만들어 주어야 한다. 6) 한우는 톱밥 또는 왕겨, 발효건조 톱밥우분을 5cm, 젖소는 10cm갈아서 이용한다. 7) 급수조와 사료 급이기는 서로 반대측에 설치하여 소의 분노배설이 고르게 하며 수분증발을 용이하게 한다. 8) 톱밥갈짚우사의 방향은 남향이 되게 하며 햇빛을 충분히 받아 들일 수 있어야 한다. 9) 겨울철에는 북쪽에 윈치커튼 등을 설치하여 바람을 막아준다. 	
퇴비사	<ol style="list-style-type: none"> 1) 우수의 유입, 침투를 방지할 수 있도록 지붕을 설치하고 측면으로부터 물이 스며들지 않도록 하여야 한다. 2) 퇴비사의 유효용량은 젖소의 경우 축사면적 100㎡당 34㎥ 이상(톱밥상을 이등분하여 2개월 이상의 시차를 두어 교환하는 경우 축사면적 100㎡당 17㎥이상), 한우의 경우 축사면적 100㎡당 15㎥ 이상으로 하여야 한다. 3) 축분의 발효상태 등을 고려하여 호기성 건조, 발효를 촉진시키기 위하여 퇴비사의 바닥에 송풍시설을 설치할 수 있다. 4) 퇴비사는 가급적 우사곁에 설치하여 분노제거에 따른 노동력과 비용을 절감할 수 있도록 한다. 5) 퇴비사의 유효높이는 2.3m로 한다. 	

4) 설계 계산예

가) 젓소 사육시설

젓소 톱밥깔짚우사의 면적 : 1,000m²

① 퇴비사

- 유효용량 : $1,000\text{m}^2 \times \frac{34\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 340\text{m}^3$
- 측벽높이 : 2.5m (유효높이 2.3m)
- 폭 : 7.5m
- 길이 : 19.7m

② 퇴비사(톱밥상을 이등분하여 2개월이상의 시차를 두어 교환하는 경우)

- 유효용량 : $1,000\text{m}^2 \times \frac{17\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 170\text{m}^3$
- 측벽높이 : 2.5m (유효높이: 2.3m)
- 폭 : 7.5m
- 길이 : 9.9m

나) 한우 사육시설

한우 톱밥깔짚우사의 면적 : 2,000m²

① 퇴비사

- 유효용량 : $2,000\text{m}^2 \times \frac{15\text{m}^3}{100\text{m}^2} = 300\text{m}^3$
- 측벽높이 : 2.5m (유효높이 2.3m)
- 폭 : 7.5m
- 길이 : 17.4m

※ 설계시 참조사항

- °표준설계도의 톱밥깔짚우사 규격은 양축농가의 지형적인 여건 등에 따라 달라질 수 있다.
- °급수조와 급이조는 양축농가의 여건에 따라 위치 및 규격을 선정토록 한다.
- °우사의 통로는 농가의 농기구가 들어갈 수 있도록 최소한의 넓이를 고려하여야 한다.
- °톱밥 교환시 차량이 출입할 수 있도록 폭과 높이를 고려하고, 칸막이를 개폐식으로 하면 작업이 용이하다.

구분	시설규모(m ²)	퇴비사(m ³)
젖소 톱밥깔집우사	300	102
	600	204
	1,000	340
	2,000	680
	3,000	1,020
젖소 톱밥깔짚우사 (년 2회 시차교환경우)	300	56
	600	102
	1,000	170
	2,000	340
	3,000	510
한우 톱밥깔짚우사	300	45
	600	90
	1,000	150
	2,000	300
	3,000	450

* 톱밥깔짚우사의 퇴비사 용량 계산식

구분	퇴비사(m ³)
젖소 톱밥깔짚우사	$V_1 = S \times \frac{34m^3}{100m^2}$
젖소 톱밥깔짚우사 (년 2회 시차교환경우)	$V_1 = S \times \frac{17m^3}{100m^2}$
한우 톱밥깔짚우사	$V_1 = S \times \frac{15m^3}{100m^2}$

주) S = 톱밥깔짚우사의 사육규모(m²)

V₁ = 톱밥깔짚우사의 퇴비사 유효용량(m³)

마. 운전요령

구 분	운 전 요 령	비 고																			
<p>톱밥깎짚 우사</p>	<p>1) 톱밥우상의 이용효과를 높이기 위하여 우사 1칸당 적정 사육두수는 다음과 같다.</p> <table border="1" data-bbox="363 398 1236 674"> <thead> <tr> <th rowspan="2">구 분</th> <th colspan="2">한 우</th> <th colspan="2">젓 소</th> </tr> <tr> <th>번식우</th> <th>비육우</th> <th>착유우</th> <th>건유우</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>사육두수/칸</td> <td>3~4두</td> <td>5</td> <td>20~40</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>사육면적(m²)</td> <td>46</td> <td>35</td> <td>505~894</td> <td>81</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) 톱밥의 교환은 톱밥우상의 상태 등을 고려하여 한우는 30~40일, 젓소는 12개월(주1회 로타리 실시) 간격으로 교체하고 겨울철에는 교체기간을 짧게 한다. 젓소의 경우퇴비사 용적을 고려하여 축사를 이등분하여 2개월 이상 시차를 두어 톱밥을 교체할 수 있다.</p> <p>3) 비육우는 입식부터 출하시 까지 한우리에 동일한 개체가 사육되도록 하고 젓소는 육성우사, 착유우사 등으로 구분이 되어 있으므로 성장시기에 맞추어 이동시켜 관리한다.</p> <p>4) 한우 번식우 및 젓소 경산우는 발굽이 자라므로 정기적으로 삭제를 실시하여 부제병 및 발굽장애를 미연에 방지한다.</p> <p>5) 입식전후 정기적인 기생충 구제(봄, 가을)를 하며 소모성 질병으로 인한 생산성 저하를 방지한다.</p> <p>6) 분뇨처리에는 트랙터로다나 스키드로다를 이용하여 제거한다.</p> <p>7) 톱밥구입시 수분함량이 40% 전후이므로 반건조하여 사용하면 이용기간을 연장할 수 있다.</p>	구 분	한 우		젓 소		번식우	비육우	착유우	건유우	사육두수/칸	3~4두	5	20~40	6	사육면적(m ²)	46	35	505~894	81	<p>젓소, 한우</p>
구 분	한 우		젓 소																		
	번식우	비육우	착유우	건유우																	
사육두수/칸	3~4두	5	20~40	6																	
사육면적(m ²)	46	35	505~894	81																	
<p>퇴비사</p>	<p>1) 주변청소 등을 실시하여 악취 및 해충이 발생하지 않도록 하여야 한다.</p> <p>2) 건조·발효후 퇴비의 수분함량은 60% 이하가 되도록 하여야 한다.</p> <p>3) 우사에서 운반된 퇴비는 60일 이상 발효를 시킨다.</p> <p>4) 발효가 완료된 퇴비는 비에 맞지 않도록 저장한 후 경종농가와 계약에 의하여 퇴비로 판매하거나, 초지 및 농경지에 비료로 사용한다. 퇴비로 사용시 복토를 하거나 땅을 갈아 엎어준다.</p>																				