

# 크랭크축의 표면검사에 관한 기준

## 〈부 록 2〉

### 1. 적 용

(1) 크랭크축은 기계가공 완료 후(다만 열박음부는 열박음 하기전)에 표면검사를 받아야 한다.

(2) 표면검사는 다음 3항에서 정하는 검사방법에 따라서 한다. 이 검사의 결과 결함이 검출된 경우에는 다음 6항에서 정하는 판정기준에 따라서 판정한다.

(3) 제조중의 중간공정에서의 검사는 제조자의 책임하에서 하는 것으로 하나 그 검사방법은 다음 4항에 따른다.

### 2. 검사표면의 구분

크랭크축의 검사표면을 그림 1의 I부터 IV까지 4개로 구분하여 각각 검사방법 및 판정

기준을 정한다.

### 3. 검사방법

(1) 표면검사는 앞 2항에서 규정한 「검사표면의 구분」에 따라서 다음과 같이 행한다. 다만, 검사의 결과 CC중(주강의 경우) 결함(표2 참조)이 검출되었을 경우에는 초음파 탐상시험을 요구할 수 있다.

(a) 구분 I 및 구분 II : 자분탐상 또는 염색침투 탐상검사

(b) 구분 III 및 구분 IV : 육안검사

(주의 1) 흑피 그대로 사용하는 부분은 위의 규정에 관계없이 자분탐상검사를 한다.

(주의 2) 담금질후 템퍼링을 하는 크랭크축 및 표면경화 처

리를 하는 크랭크축의 구분III은 위의 규정에 관계없이 자분탐상 또는 염색침투탐상검사를 한다.

(2) 자분탐상검사, 염색침투탐상검사의 방법은 각각 KSD 0213, KSB0816에 의한다.

### 4. 중간공정에서의 검사

(1) 제조자는 제조공정중의 적당한 시기에 초음파탐상시험을 하여 내부에 유해한 결함이 없는 것을 자체적으로 확인하여야 한다.

(2) 제조자는 제조과정의 각 단계에서 자체적으로 표면검사를 하여야 한다. 이 결과 유해한 재료결함이 발견된 경우에는 지체없이 시험기관에 통고하여 지시를 받아야 한다.

(3) 표면경화처리를 하는 크랭크축에 대하여 제조자는 경화처리전에 자체적으로 표면검사를 하여야 한다. 표면검사의 결과는 시험기관의 요구가 있을 경우 제출하여야 한다.

### 5. 표면검사에 대한 판정

(1) 앞 3항에서 규정한 표면검사의 결과 결함이 검출된 경우에는 4항의 검사결과를 감안하여 6항에서 정한 판정기준에 따라서 합격, 불합격을 판정한다. 다만, 6항에서 규정한 판정기준에 합격되지 아니한 것에 대하여도 결함의 위치, 방향 및 형상외에 크랭크쓰로우의 형상, 치수 등을 고려하여 참작할 수

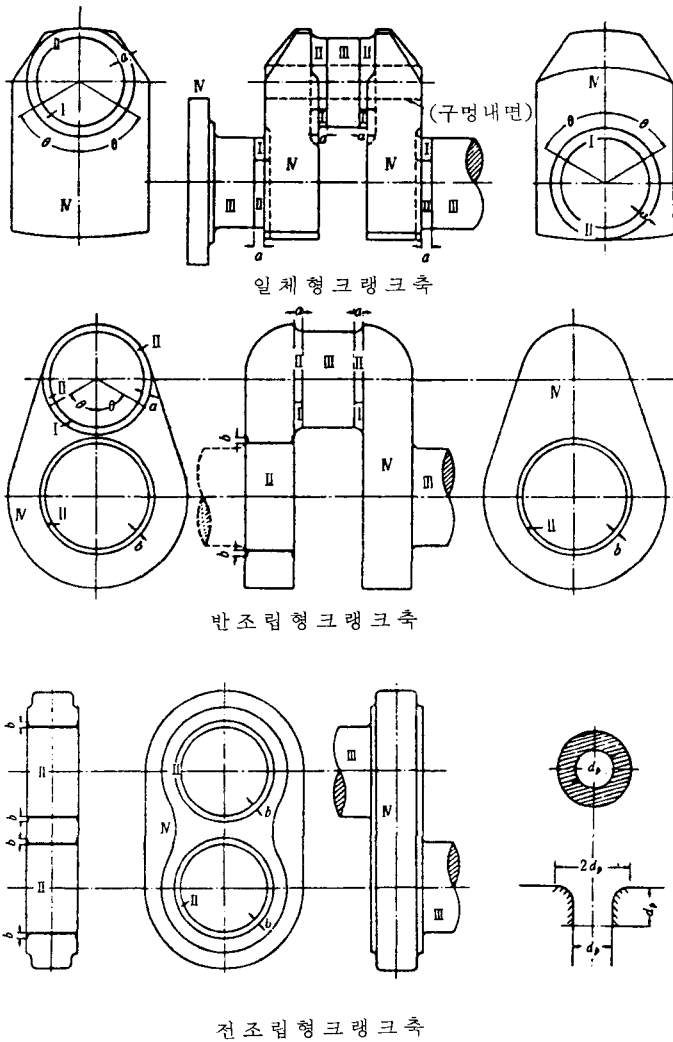


그림 1. 크랭크축의 표면검사의 구분

(비고) (1) 핀 또는 저널에 기름구멍을 가진 경우에는 기름구멍의 주변(오른쪽 그림 참조)은 구분 II로 한다.  
 (2) 위 그림에서  $\theta$ ,  $a$ ,  $b$ 는 다음에 따른다(다만  $d$ 는 크랭크축의 지름).  $\theta=60^\circ$ ,  $a=0.1d$ ,  $b=0.05d$  (다만 25 mm 이상)

있다. 또 이 판정기준에 합격한 것이라도 결함의 수가 많고 결함의 모양, 분포, 방향 등이 크랭크축으로서 부적당하다고 인정되는 경우에는 이것을 불합격

으로 할 수 있다.  
 (2) 표면검사의 판정을 위한 결함의 취급은 다음에 따른다.  
 (a) 결함의 길이는 육안검사로 확인되는 결함의 최대 실제

길이를 한다.  
 (b) 결함은 시험기준의 승인을 받아 제거할 수 있다.  
 (c) 결함의 제거는 그라인딩에 의한다. 다만, 고주파 담금질을 한 경화부는 출로서 하여야 한다.  
 (d) 두 개 이상의 결함의 상호거리가 5mm 이내에 있을 경우에는 이것을 한 개의 결함으로 간주하여 제거한다.  
 (e) 결함을 제거한 오목부와 축표면과의 접속부의 모서리는 가능한 큰 둥금새를 주어야 한다.  
 (f) 결함을 제거한 경우의 오목부의 크기는 열가공이전의 크기로 정한다.  
 (g) 주장제 크랭크스로우에 대하여는 시험기관의 승인을 받아야 결함부를 용접보수 할 수가 있다.  
 (h) 결함을 제거한 경우 자분탐상검사 또는 염색침투 탐상검사를 하여 시험기관의 확인을 받아야 한다.  
 (i) 검사의 결과 결함이 아직 남아있는 것과 결함을 제거한 것에 대하여 제조자는 상세한 검사기록서를 작성하여 시험기관에 제출하여야 한다. 이 기록서에는 피검사면에 존재하는 결함의 위치, 크기, 방향 및 모양에 결함을 제거한 오목부의 위치 및 치수를 기재한다.

6. 표면검사에 대한 판정기준  
 (1) 표면처리를 하지 아니하는 일체형 크랭크축  
 (a) 적용  
 i) 이 기준은 가공한 지름

이 100mm이상의 탄소강 및 저합금강재단조 일체형축으로서 표면처리를 하지 아니하는 것에 적용한다.

ii) 판정은 결함이 있는 크랭크스로우를 (b)에서 규정하는 등급에 따라서 분류하며 (d)에 규정하는 등급별의 기준에 따라 시행한다.

iii) (d)에 기재되어 있지 아니한 결함은 (c)에서 규정하는 결함의 분류에 따른다.

(b) 크랭크스로우의 등급

i) 다음과 같이 4 등급으로 분류한다.

- AA 급
- A 급
- B 급
- C 급

ii) 등급은 암의 필렛부의 응력정도에 따라서 다음과 같이 결정한다.

- AA 급 :  $k > 1.5$  의 것
- A 급 :  $1.5 \geq k \geq 1.25$  의 것
- B 급 :  $1.25 > k > 0.75$  의 것
- C 급 :  $k \leq 0.75$  의 것

(비고) k는 암의 필렛부의 응력정도를 표시하는 계수로서 다음의 산식에 의한 값

① 4 사이클 기관의 크랭크스로우에서 서로 인접하는 스로우의 위상각이 55° 이하의 경우

$$k = 1.3 \left\{ \left( \frac{d_0}{d} \right)^3 \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5 \right\}$$

② 앞 ① 이외의 경우

$$k = \left( \frac{d_0}{d} \right)^3 \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5$$

- $d_0$  : 사용재료를 RSF45로서 산출되는 크랭크축의 소요지름(mm)
- d : 크랭크축의 실제의 지름
- $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5$  : 그림3에서 그림7까지를 사용하여 구하는 계수로서 이 그림중의 기호는 그림2 및 다음에 따른다.
- d : 크랭크축의 지름(mm)
- t : 크랭크암의 두께 (크랭크암의 양단면사이의 거리를 말한다)(mm)
- b : 크랭크암의 너비 (핀중심과 저어널 중심과의 중앙에서 암을 횡단할 경우의 너비를 말한다) (mm)
- s : 크랭크핀과 크랭크저어널이 접치는 부분(mm), 또 그림2(a)와 같이 핀, 저어널이 접치지 아니하는 것을 부(-), 그림2(b)와 같이 접치는 것을

- 정(+ )로 한다.
- r : 크랭크암 필렛부 등급새의 반지름(mm)
- q : 크랭크암 필렛부의 도려낸 깊이(mm)
- (c) 재료결함의 분류  
표면에 나타나는 결함은 표1에 따라서 분류한다. 다만 A종 결함은 결함으로 보지 아니한다.
- (d) 판정기준

(AA 급)

- 구분 I : C종 결함이 검출된 경우에는 불합격으로 한다.
- B종 결함은 제거한다. 결함을 제거한 후의 오목부의 깊이는 0.01d(d는 크랭크축의 지름) 이하로 하고 암필렛부의 R부에 대하여는 원래의 형상이 손상되지 아니하도록 가공할 것.그외의 부분에 대하여는 홈깊이의 3배이상의 등급새를 주어 가공할 것.
- 구분 II : 구분 I 과 같다.
- 구분 III : C종 결함이 검출된

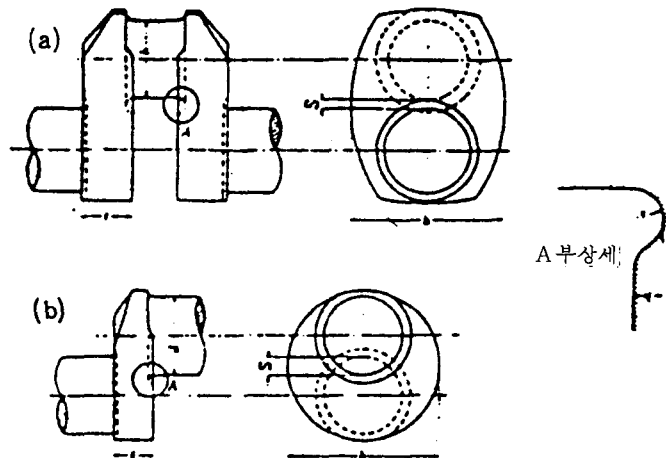


그림 2. 기호의 설명도

표 1. 결함의 분류

분 류	결 함 의 명 칭		
A종결함	현미경적 비금속 개재물	유화물, 규산염계	
		알루미늄계	
		입상산화물계	
B종결함	육안적 비금속 개재물	모래흙	유화물, 규산염계
			알루미늄계
		모래혼입	입상산화물계
C종결함	수축공(일차수축공, 2차수축공)		
	균열흙		
	이상편석흙(헤어크랙)		
	일 반 균 열	주름균열	
		거북무늬균열	
		과열처리균열	
열 균 열			
연 마 균 열			

경우에는 불합격으로 한다. B종 결함은 제거하여야 한다. 다만, 깊이가 2mm이하의 것은 존재하여도 좋다. 결함을 제거한 흙의 깊이는 0.01d 이하로 하고 흙의 밑면은 흙깊이의 2배 이상의 등금새를 주어 가공한다. 구분IV : C종 결함이 검출된 경우에는 불합격으로 한다. B종 결함은 제거한다. 다만, 깊이가 5mm이하의 것은 존재하여도 좋다. 결함을 제거한 후의 흙의 깊이는 그 부분의 강도에 영향을 미치지 아니하는 것으로서 시험기관의 승인을 필요로 한다.

(A 급)

① 사용재료가 탄소강인 경우  
구분 I : 검출된 결함은 제거한다. 결함을 제거한 후의 흙의 깊이는 0.01 d 이하로 하고 암

필렛부의 R부에 대하여는 원래의 형상을 손상하지 아니하도록 특히 조심스럽게 가공한다. 또 평행부 또는 평면부에 대하여는 흙의 밑면에 흙깊이의 3배 이상의 등금새를 주어 가공한다.

구분 II : 검출된 결함은 제거할 것. 다만 다음의 경우에는 존재하여도 좋다.

(i) 염색침투탐상 검사에서 식별되는 점모양의 형태로서 쉽게 육안으로 식별 가능한 정도의 몇 개의 B종 결함.

(ii) 결함상호의 거리가 충분히 분리되어 있는 길이 2mm이하의 B종 결함을 제거한 후의 흙의 깊이는 0.01d 이하로 하고 흙의 밑면에는 흙깊이의 3배 이상의 등금새를 주어 가공하는 것을 원칙으로 하고 이 등금새는 어떠한 경우에도 흙깊이의 2배

미만으로 하여서는 아니된다.

구분III : 검출된 결함은 제거할 것. 다만 다음의 경우에는 존재하여도 좋다.

(i) 깊이가 10mm이하의 B종 결함

(ii) 깊이가 5mm이하의 C종 결함

결함을 제거한 후의 흙의 깊이는 0.01d 이하로 하고 흙의 밑면에는 흙의 깊이의 2배이상의 등금새를 주어 가공한다.

구분IV : 검출된 결함은 제거한다. 다만 다음의 것은 존재하여도 좋다.

(i) 깊이가 20mm이하의 B종 결함

(ii) 깊이가 10mm이하의 C종 결함

결함을 제거한 후의 흙의 깊이는 그 부분의 강도에 지장이 없는 것이어야 하고 시험기관의 승인을 받아야 한다.

② 사용재료가 저합금강인 경우  
(i) C종 결함이 검출된 경우에는 구분에 관계없이 불합격으로 한다.

(ii) B종 결함이 검출된 경우의 판정기준은 탄소강에 대한 기준을 적용한다.

(B 급)

① 사용재료가 탄소강인 경우  
구분 I : 검출된 결함은 제거한다. 다만 다음의 경우에는 존재하여도 좋다.

(i) 염색침투탐상 검사로서 식별되는 점모양의 현상으로서 쉽게 육안으로 식별되는 정도의 몇 개의 B종 결함

(ii) 결함 상호간의 거리가 충

분히 떨어져 있는 길이 2mm 이하의 B종 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 0.01d 이하로 하고 흠의 밑면에는 흠깊이의 3 배 이상의 등금색을 주어 가공하는 것을 원칙으로 하나 이 등금색은 어떠한 경우에도 흠깊이의 2 배 미만으로 하여서는 아니 된다.

구분Ⅱ : 검출된 결함은 제거한다. 다만 다음의 경우에는 존재하여도 좋다.

(i) R부 : 상호간의 거리가 충분히 떨어져 있는 길이 2mm 이하의 B종 결함

(ii) 평행부 또는 평면부 : 결함 상호간의 거리가 충분히 떨어져 있는 길이 5mm 이하의 B종 결함 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 0.01d 이하로 하고 흠의 밑면에는 흠깊이의 2배 이상의 등금색을 주어 가공한다.

구분Ⅲ : 검출된 결함은 제거한다. 다만 다음의 경우에는 존재하여도 좋다.

(i) 길이가 10mm 이하의 B종 결함

(ii) 길이가 5mm 이하의 C종 결함 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 0.01d 이하로 하고 흠의 밑면에는 흠깊이의 2배 이상의 등금색을 주어 가공하여야 한다.

구분Ⅳ : 검출된 결함은 제거한다. 다만 다음의 경우에는 존재하여도 좋다.

(i) 길이가 20mm 이하의 B종 결함

(ii) 길이가 10mm 이하의 C종 결함

결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 그 부위의 강도에 지장이 없어야 하며, 시험기관의 승인을 받아야 한다.

② 사용재료가 저합금강인 경우.

(i) C종 결함이 검출된 경우에는 구분에 관계없이 불합격으로 한다.

(ii) B종 결함이 검출된 경우의 판정기준은 탄소강에 대한 기준을 적용한다.

(C 급)

① 사용재료가 탄소강인 경우

구분Ⅰ : 검출된 결함은 제거할 것. 다만 다음의 경우에는 존재하여도 좋다.

(i) 필렛부 : 결함 상호간의 거리가 충분히 떨어져 있는 길이가 2mm 이하의 B종 결함

(ii) 평행부 또는 평면부 : 결함의 거리가 충분히 떨어져 있는 길이가 5mm 이하의 B종 결함 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 0.01d 이하로 하고 흠의 밑면에는 흠깊이의 2배 이상의 등금색을 주어 가공한다.

구분Ⅱ : 구분Ⅰ 과 같다.

구분Ⅲ : 검출된 결함은 제거할 것, 다만, 다음의 경우에는 존재하여도 좋다.

(i) 길이가 10mm 이하의 B종 결함

(ii) 길이가 5mm 이하의 C종 결함

결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 0.01d 이하로 하고 흠의 밑면에는 흠깊이의 2배 이상의 등금색을 주어 가공한다.

구분Ⅳ : 검출된 결함은 제거할 것. 다만 다음의 경우에는

존재하여도 좋다.

(i) 길이가 20mm 이하의 B종 결함

(ii) 길이가 10mm 이하의 C종 결함

결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 그 부분의 강도에 지장이 없는 것으로서 시험기관의 승인을 받아야 한다.

② 사용재료가 저합금강인 경우

(i) C종 결함이 검출된 경우에는 구분에 관계없이 불합격으로 한다.

(ii) B종 결함이 검출된 경우의 판정기준은 탄소강에 대한 기준을 적용한다.

(2) 고주파 담금질을 한 일체형 크랭크축

(a) 적용

i) 이 기준은 가공지름이 250mm 이하의 탄소강 및 저합금강제 단조일체형 크랭크축으로서 크랭크핀 또는 크랭크 저널의 평행부에 한해서 고주파 담금질을 한 것에 적용한다.

ii) 판정은 결함이 있는 크랭크스로우를 (b)에서 정하는 등급에 따라 분류하고 (c)에서 정하는 등급별의 기준에 따라서 판정한다.

iii) 결함의 분류에 대하여는 앞 6(1)(c)와 동일하게 처리한다.

(b) 크랭크스로우의 등급

i) 다음과 같이 2 등급으로 분류한다.

HA 급

HB 급

ii) 등급은 암의 필렛부의 용력정도에 따라서 다음과 같이

결정한다.

HA급 :  $k \geq 1.25$  의 것

HB급 :  $k < 1.25$  의 것

k에 대하여는 앞 6(1)(b)ii)에 따른다.

(c) 판정기준

(HA급)

비경화부 : 각 구분에 대한 판정기준은 AA급에 대한 판정기준을 적용한다.

경화부 : C종 결함이 검출된 경우에는 불합격으로 한다.

B종 결함은 제거한다. 다만 길이가 0.02d 이하의 것은 존재하여도 좋다. 결함을 제거한 후의 홈의 깊이는 0.01d 또는 계획담금질 깊이의 1/3 중에서 작은 값으로 하고 홈부의 밀면에는 홈깊이의 2배이상의 등금새를 주어 가공한다.

(HB급)

비경화부 : 각 구분에 대한 판정기준은 A급에 판정기준을 적용한다.

경화부 : 경화부에 대한 판정기준은 HA급의 경화부에 대한 판정기준을 적용한다.

(3) 단강제 반조립형 크랭크축 단강제 반조립형 크랭크축에 대한 판정기준은 앞 6(1)(b)에서 정하는 B급의 기준을 적용한다.

(4) 주강제 반조립형 및 전조립형 크랭크축

(a) 적 용

i) 이 기준은 주강제 반조립형 크랭크스크로우 및 전조립형 크랭크암에 적용한다. 또한 단강제 크랭크저널 및 핀에 대하

표 2. 결함의 분류

분 류	결 함 의 명 칭
CA종 결함	현미경적 비금속 개재물
CB종 결함	길이가 0.2 mm 이하의 핀홀, 개재물
CC종 결함	길이가 0.2 mm를 넘는 핀홀, 기공 모래개입, 스크래치 수축공, 수축균열 열간균열, 냉간균열

여는 앞 6(1)(b)에 정하는 B급의 기준을 적용한다.

ii) 이 기준에 기재되어 있는 결함이라 함은 다음 (b)에 정한 CC종 결함을 말한다.

(b) 재료결함의 분류

표면에 나타나는 결함을 표2와 같이 분류한다. 다만 CA종 및 CB종 결함은 결함으로 취급하지 아니한다.

(c) 판정기준

구분 I : 검출된 결함은 제거할 것. 결함을 제거한 후의 홈의 깊이는 0.01d 이하로 하고 암필렛부의 R부에 대하여는 원래의 형상이 손상되지 아니하도록 조심스럽게 가공할 것. 또한 평행부 및 평면부에 대하여는 홈 밀면에 홈깊이의 3배이상의 등금새를 주어 가공하여야 한다.

구분 II : 검출된 결함은 제거할 것. 다만 다음의 경우에는 존재하여도 좋다.

i) 특히 밀집되어 있지 아니한 1 mm이하의 결함

ii) 결함상호간의 거리가 충분히 떨어져 있는 3mm미만의 결

함.

결함을 제거한 후의 홈의 깊이는 0.01d 이하로 하고 홈의 밀면은 홈깊이의 3배이상의 등금새를 주어서 가공하는 것을 원칙으로 하고 어떠한 경우에도 홈 깊이의 2배 미만이어서는 아니 된다.

구분 III : 검출된 결함은 제거할 것. 다만 다음의 경우에는 존재하여도 좋다.

i) 특히 밀집되어 있지 아니한 3 mm이하의 결함.

ii) 결함 상호간의 거리가 충분히 떨어져 있는 5mm미만의 결함.

결함을 제거한 후의 홈의 깊이는 0.01d 이하로 하고 홈의 밀면에는 홈깊이의 2배이상의 등금새를 주어 가공할 것.

구분 IV : 검출된 결함은 제거할 것. 다만 8mm미만의 결함은 존재하여도 좋다.

결함을 제거한 후의 홈의 깊이는 그 부분의 강도에 지장이 없는 것으로 하고 시험기관의 승인을 받아야 한다.

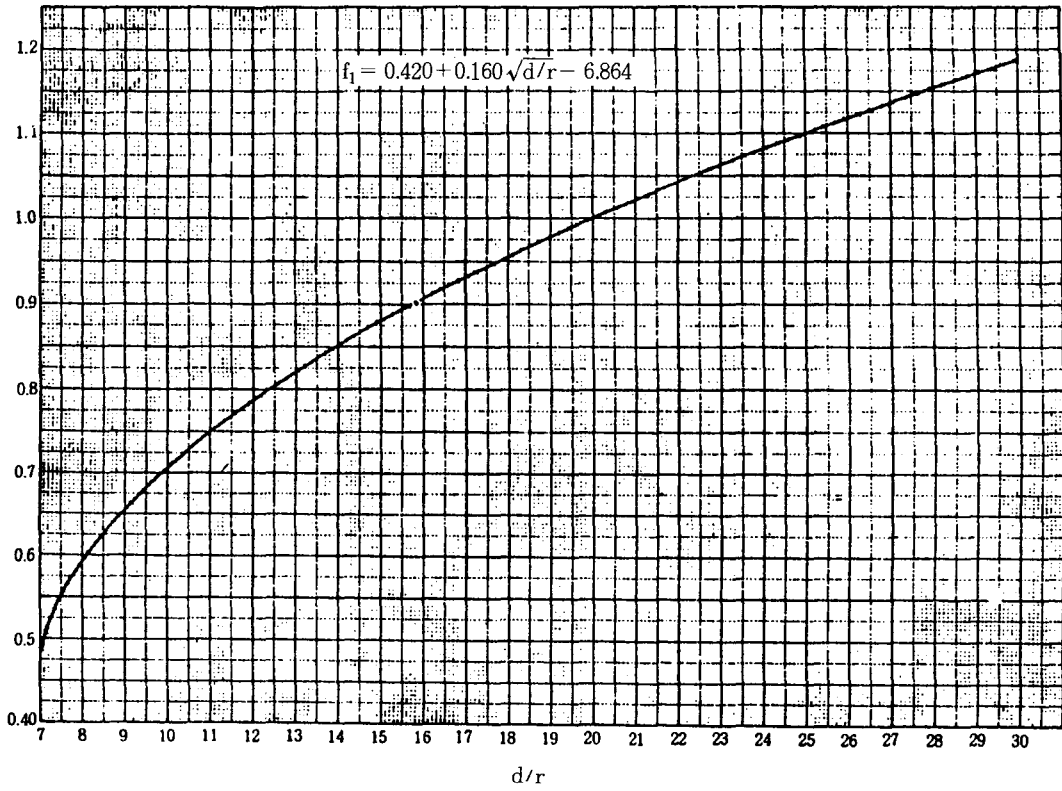


그림 3.  $f_1$ 을 구하는 곡선

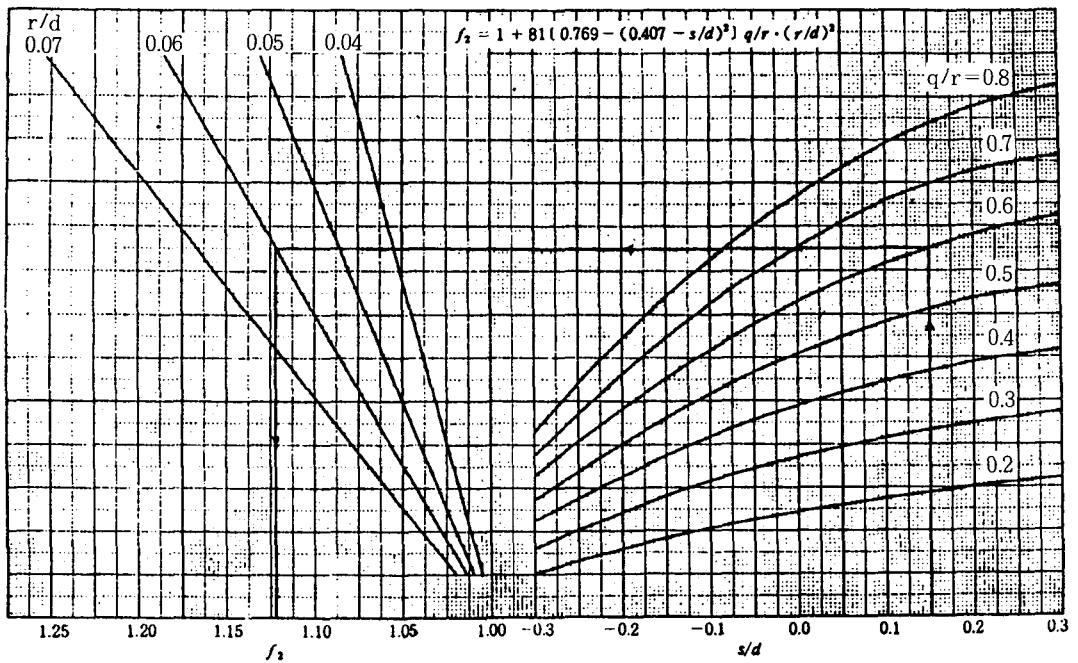


그림 4.  $f_2$ 을 구하는 곡선

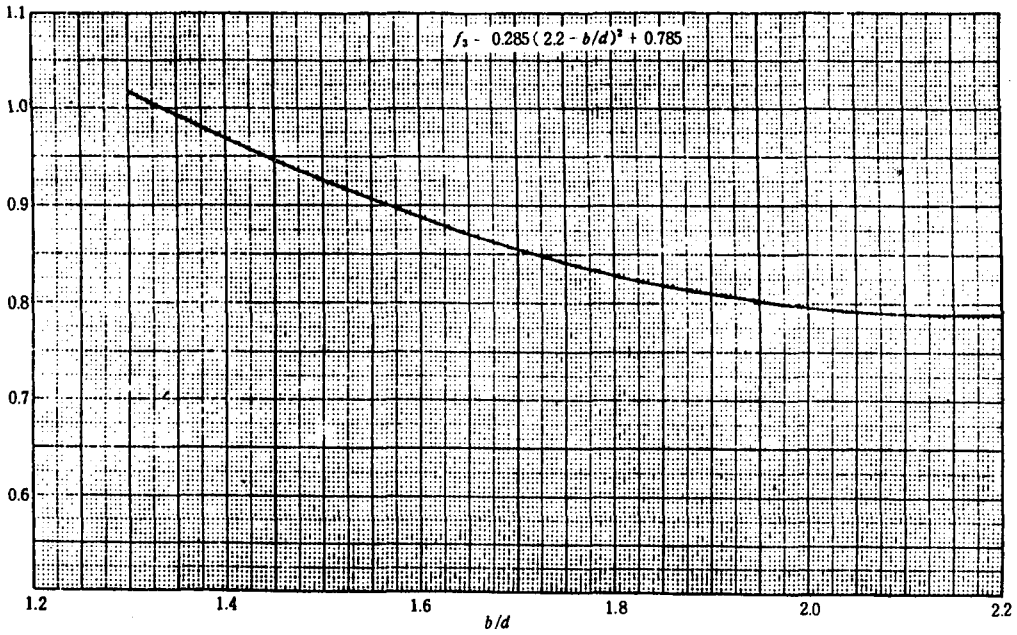


그림 5.  $f_3$ 을 구하는 곡선

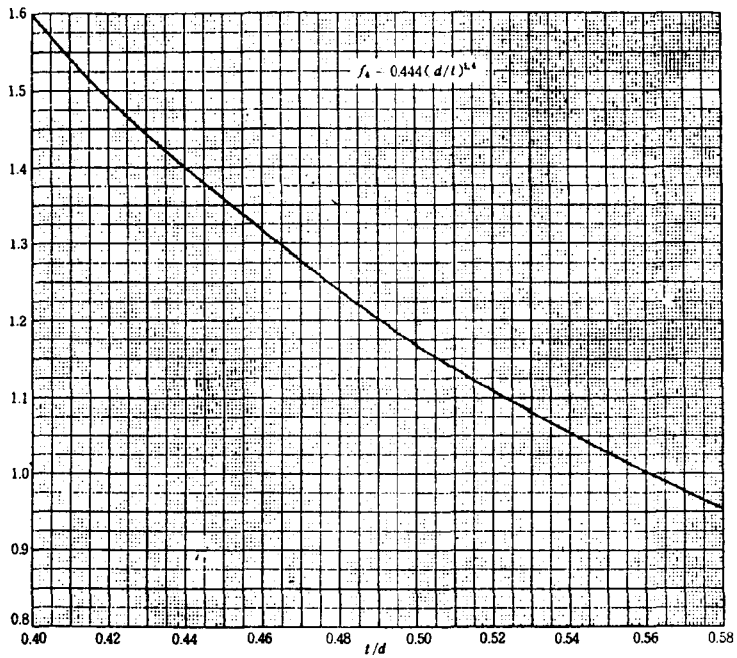


그림 6.  $f_4$ 을 구하는 곡선



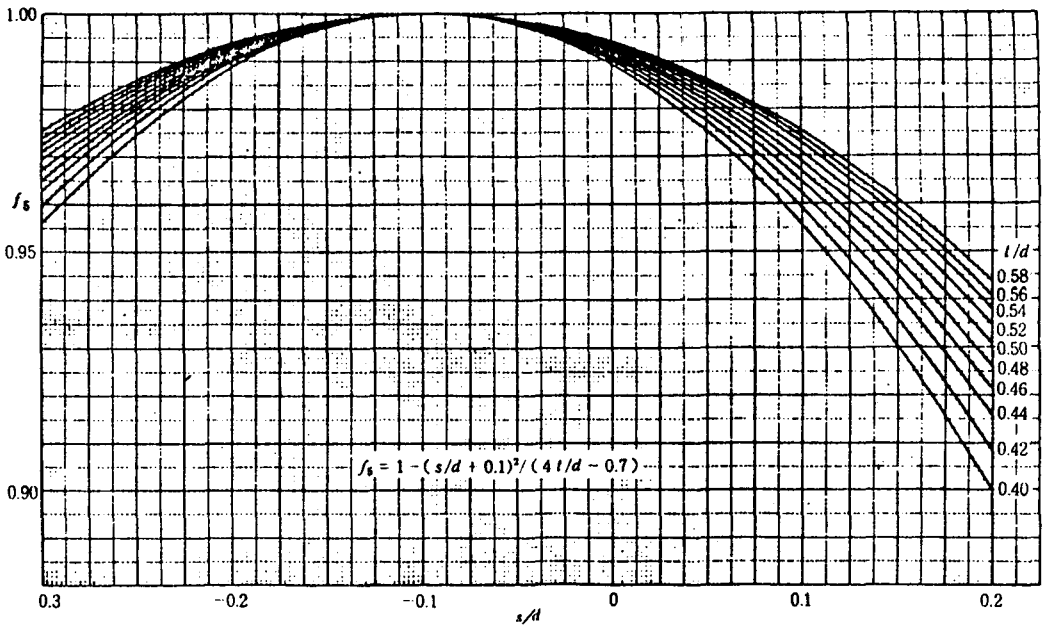


그림 7.  $f_s$  를 구하는 곡선

빠 짐 없 는 어 선 검 사  
인 명 보 호 재 산 보 호