

Free Movement Area

바닥 평탄도 시방 및 검수 방법

(UK TR34 3rd edition Table 4.2 FM1, FM2 & FM3)

페이스 컨설턴트 코리아

[www. face-consultants.co.kr](http://www.face-consultants.co.kr)

Email: sschoi@face-consultants.com

Tel: 031-903-6948 Fax: 031-903-6949

1. Face Consultants Ltd는?

Face Consultants:

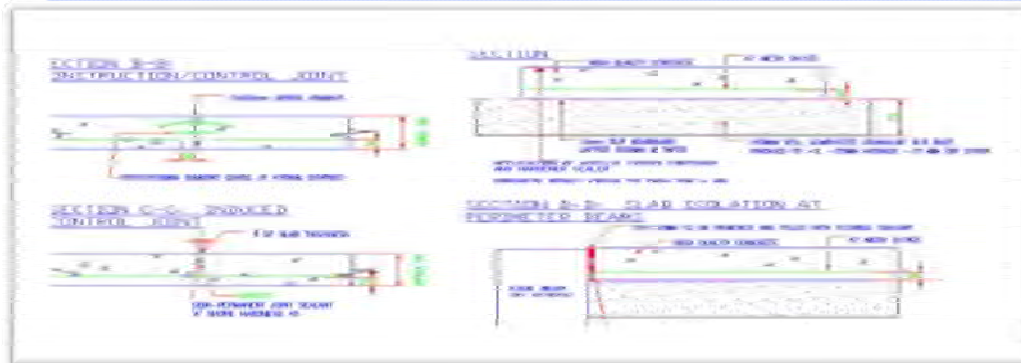


- 1977년 바닥 컨설팅 사업 시작
- 세계적인 Concrete Flooring Consultant 전문회사
- 1996년 국내 첫 Project 진행
- 2006년 한국 지사 설립
- 5개 대륙에 걸쳐 바닥 컨설팅 및 검수 사업 진행
- 전 세계에 걸쳐 연간 평균 5,000,000m² 검수
- 바닥 평탄도 검수와 관련하여 유일하게 UKSA 인증 획득
- 영국에서 concrete 바닥 표준 제작 관련 업무 진행

1-1. Face Consultants Korea의 기술지원



FACE CONSULTANTS (KOREA) LTD
Global Flooring Consultants



❖ Slab Design 전문회사

❖ Total Floor Quality Management

❖ 바닥 마모저항도 측정 전문회사

BS 8204-4: Special, AR 1, AR 2 & AR 3

❖ 바닥 평탄도 측정 전문회사

➢ 영국 (UK TR34 3rd edition)

FM1, FM2, FM3 & FM2 Special
Superflat, Category 1, Category 2

➢ 미국 (ACI & ASTM)

F Number, F Min Number

➢ 독일: DIN 18202, DIN 15185



Free Movement Area?



2. Free Movement Area에 적용되는 바닥 시방

FM 바닥 시방의 등급

FM 1

❖ Free Movement 지역이지만 높은
평탄도가 요구되는 지역

FM 2

❖ 사용하는 장비의 인상높이가 8m
이상인 경우

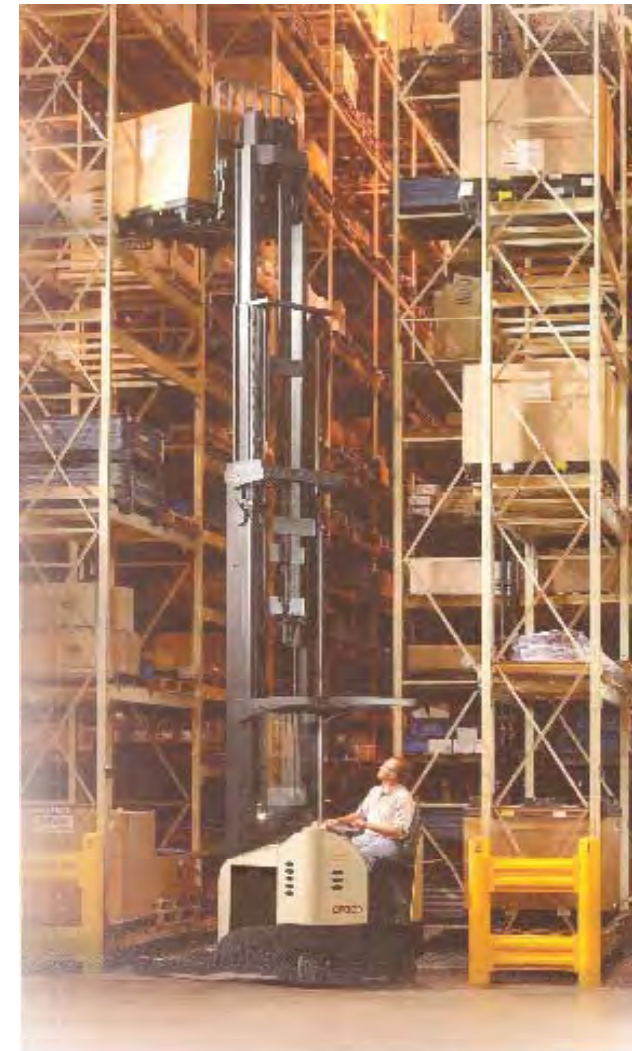
FM 3

❖ 사용하는 장비의 인상높이가 8m
미만인 경우

FM2
Special

❖ 향후 삼방향 지게차를 사용할 계획
이 있는 경우

UK TR34 3rd edition Table 4.2 & 4.4



2-1. Free Movement 바닥 시방의 구성

Free Movement 바닥 시방

Property II

Property IV

바닥의 평탄도 기준

바닥의 레벨 기준

평탄도와 레벨 기준을 모두 통과해야 FM 시방을 통과했다고 말할 수 있습니다.

2-2. Free Movement Area의 바닥 시방 Detail !!!

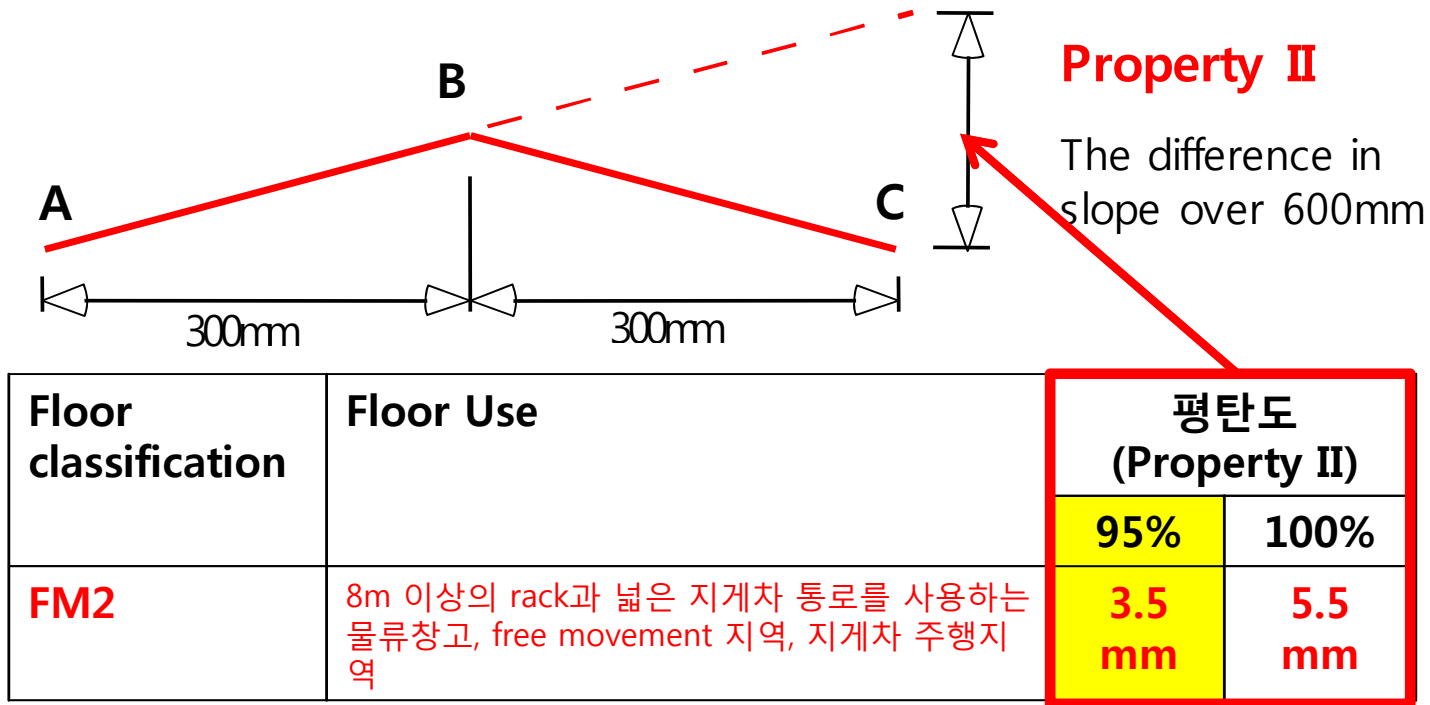
Concrete Society's Technical Report 34 – 3rd Edition Table 4.2

바닥 평탄도 등급	Floor Use	평탄도 (Property II)		레벨 (Property IV)	
		95%	100%	95%	100%
FM 1	매우 높은 기준의 바닥 시방이 요구 되는 등급입니다. FM1 등급의 바닥은 Long Strip 방식으로 타설되어야 합니다.	2.5 (mm)	4.0 (mm)	4.5 (mm)	7.0 (mm)
FM2	8m 이상의 rack과 넓은 지게차 통로를 사용하는 물류창고, free movement 지역, 지게차 주행지 역	3.5 (mm)	5.5 (mm)	8.0 (mm)	12.0 (mm)
FM3	8m 미만의 rack과 넓은 지게차 통로를 사용하는 물류창고, 소매점, 생산 공장 등	5.0 (mm)	7.5 (mm)	10.0 (mm)	15.0 (mm)

1. 95% limit: 측정된 측정 값이 95%를 만족해야 하는 최대 값 (단위 mm)
2. 100% limit: 측정된 측정 값이 초과할 수 없는 최대 한계 값 (단위 mm)
3. 5% 허용 값: 측정된 측정 값 중 95%limit를 초과하지만 100%limits를 초과하지 않는 error를 5% 까지는 허용함 (단위 mm)

3. Property II (바닥 평탄도) 시방의 이해

- 주행방향으로 연속적으로 변화하는 바닥 slop의 변화량을 임의의 주행방향으로 600mm 간격으로 측정하여 장비의 부드러운 주행을 확보함



보기 1: A와 B의 편차 (+3.0mm) / B와 C의 편차 (-3.0mm)일 경우 A부터 C까지 바닥 경사의 변화량 $\rightarrow [3 - (-3) = 6\text{mm}]$

(600mm 내에서의 편차가 95 & 100%limits를 초과한 값 - **FM 2 Property II 시방 FAIL**)

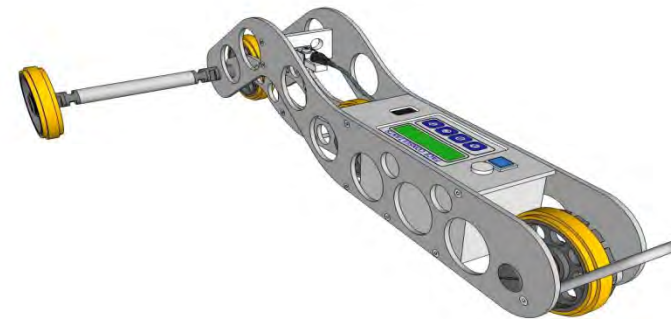
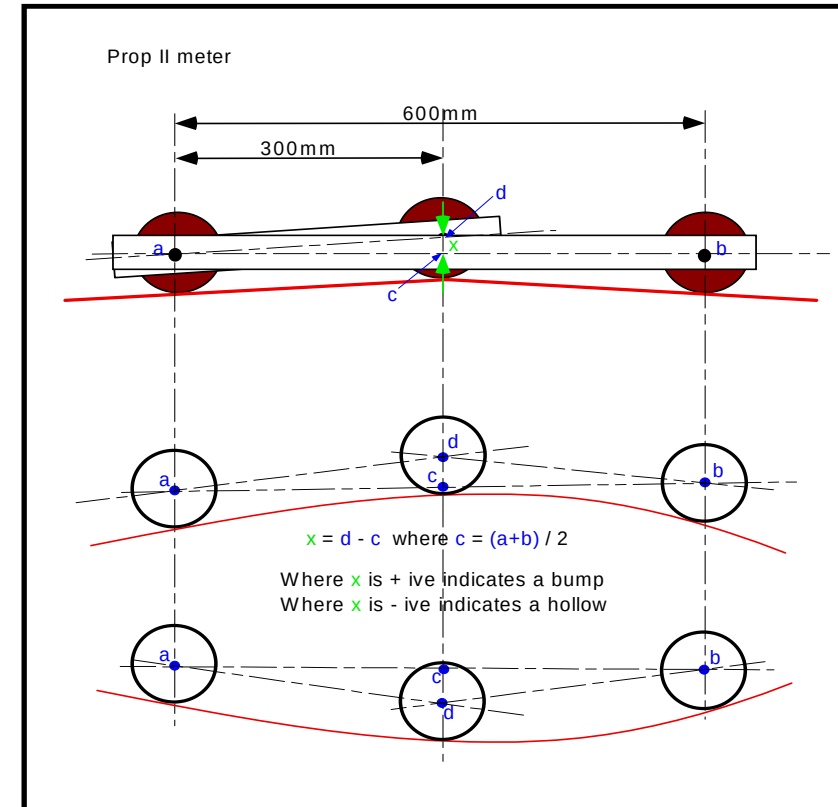
보기 2: A와 B의 편차 (+2.0mm) / B와 C의 편차 (-1.0mm)일 경우 A부터 C까지 바닥 경사의 변화량 $\rightarrow [2 - (-1) = 3\text{mm}]$

(600mm 내에서의 편차가 95 & 100%limits를 만족하는 값 - **FM 2 Property II 시방 PASS**)

3-1. Property II (바닥 평탄도) 측정



Face Digital Property II meter



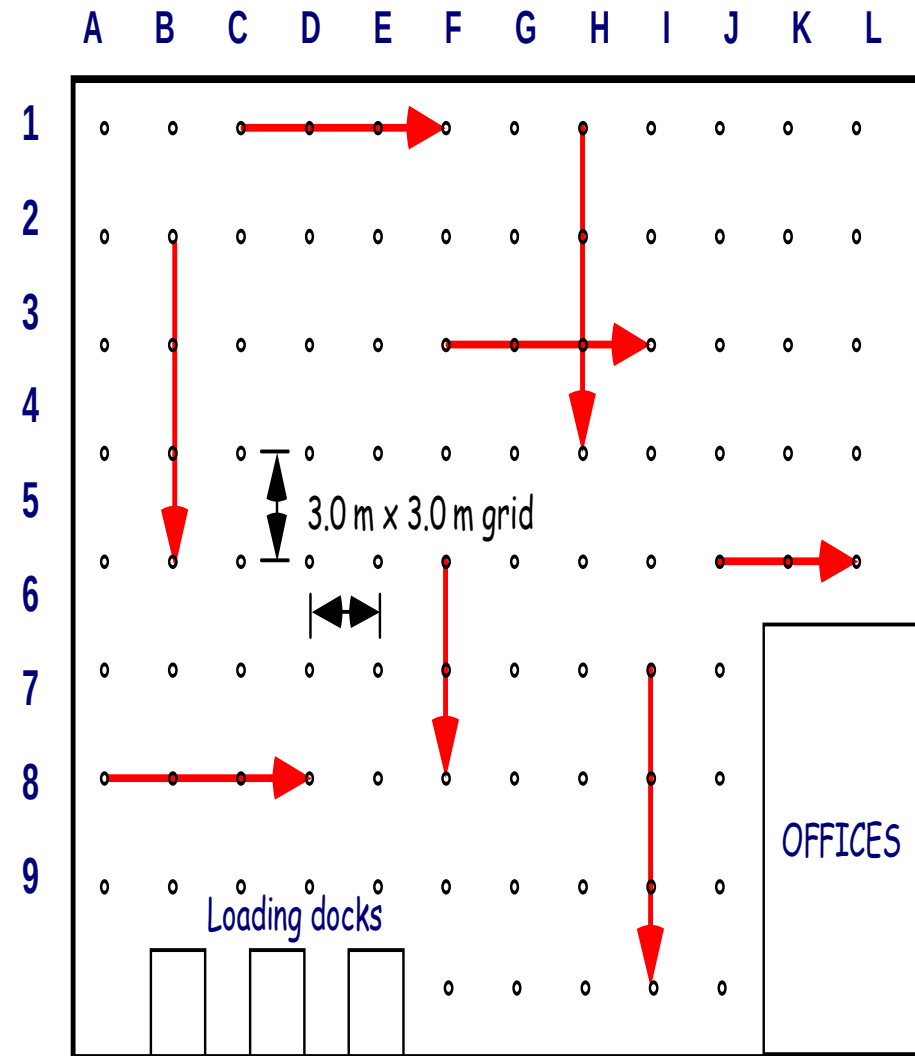
3-2. Property II (바닥 평탄도) 측정 방법

➤ 측정 대상 면적을 10으로 나눈 값과 동일한 값의 거리만큼 평탄도 측정하며 측정 거리는 동일한 거리, 동일한 횟수만큼 가로 세로로 균등 분산한다.

Ex) 바닥 면적 $3000\text{m}^2 / 10 = 300 \text{ (m)}$

가로 - 150m (30m x 5회)

세로 - 150m (30m x 5회)



3-3. Property II (평탄도) 검수 결과 Summary Sheet

Summary Of Results

Job Name:	RSM_F_#1	Job Number:	09/01
Location:	HAM AHN	Date:	30/3/2009
Surveyor:	CHOI		

바닥의 평탄도 등급을 표시함

Specification	Description	Limit
FM2 2003	95% Compliance	3.5 mm
	100% Compliance	5.5 mm

평탄도의 95% & 100% limits 값을 표시

검수를 진행한 순서

Run No.	Limits	Compliance	Achieved	Run Length
1	95% Compliance	95%	99.9%	45.0 m
	100% Compliance	100%	100%	
2	95% Compliance	95%	99.8%	44.9 m
	100% Compliance	100%	100%	
3	95% Compliance	95%	99.8%	44.9 m
	100% Compliance	100%	100%	
4	95% Compliance	95%	99.9%	29.9 m
	100% Compliance	100%	100%	
5	95% Compliance	95%	100%	30.0 m
	100% Compliance	100%	100%	
6	95% Compliance	95%	100%	30.2 m
	100% Compliance	100%	100%	
7	95% Compliance	95%	100%	30.0 m
	100% Compliance	100%	100%	

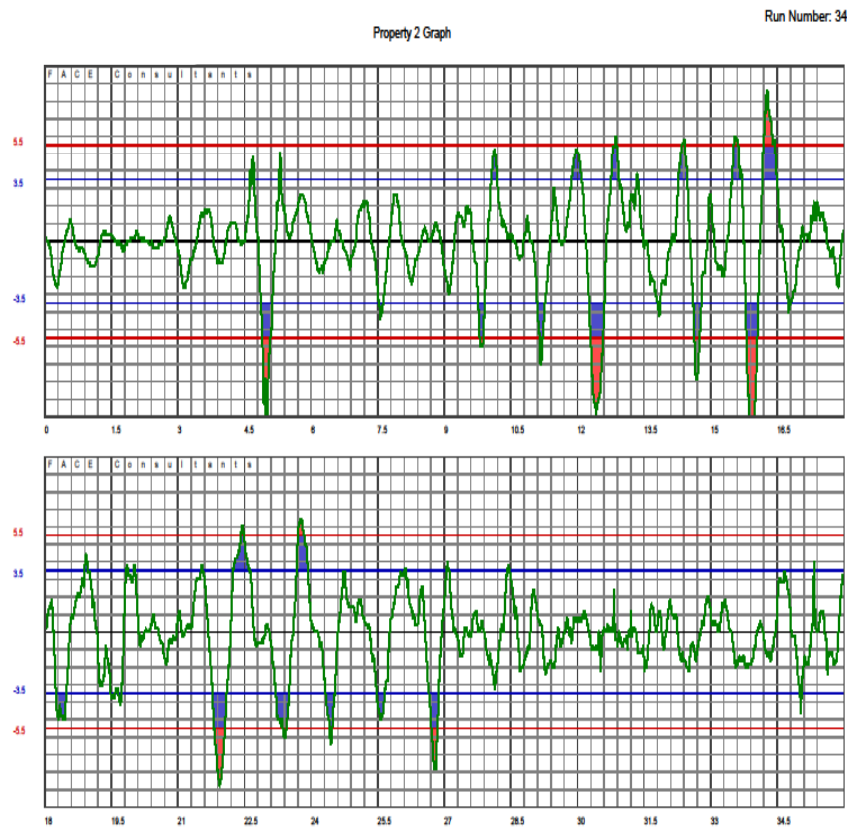
검수한 거리 표시

각 통로 평탄도의 Error발생 비율을 표시함

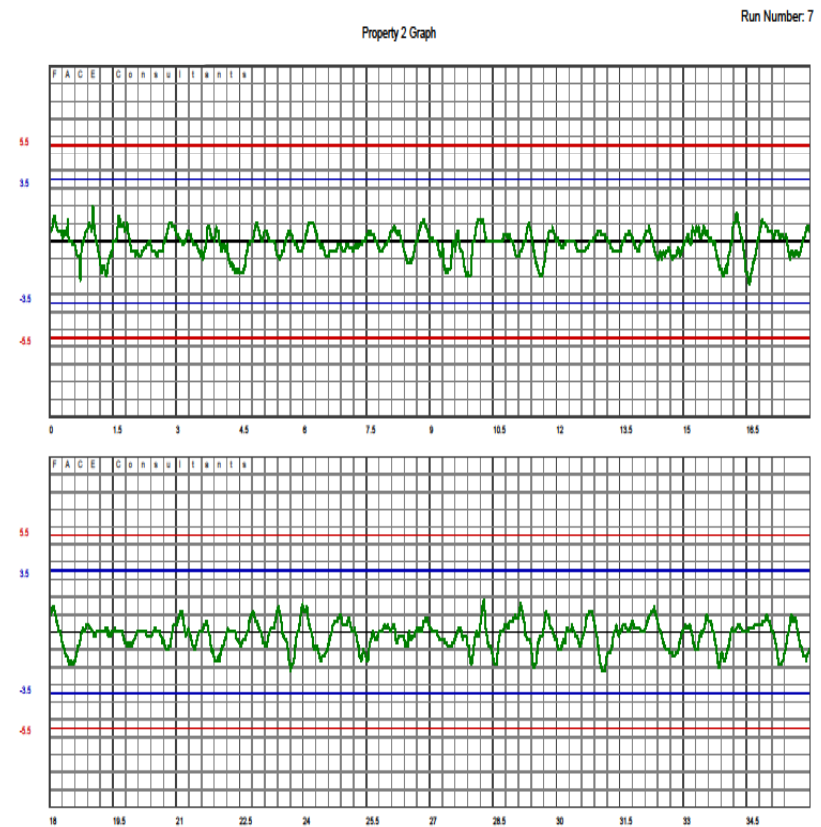
Summary Result는 평탄도 검수 후 평탄도 측정 결과를 %로 표시함

3-4. Property II (평탄도) 검수 결과 Graph

BAD



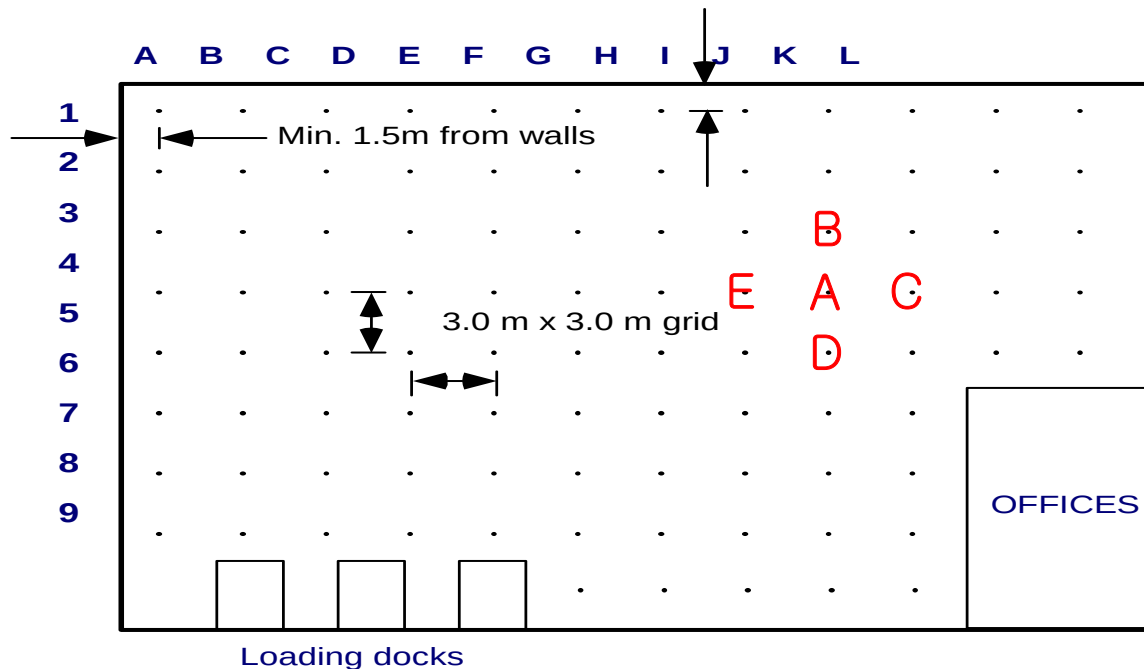
GOOD



4. Property IV (레벨) 시방의 이해

- 검수 지역에 3m grid 설정
- 각 교차점의 level을 측정
- Optical Level, Micrometer Invar staff사용

Floor classification	Floor Use	레벨 (Property IV)	
		95%	100%
FM2	8m 이상의 rack과 넓은 지게차 통로를 사용하는 물류창고, free movement 지역, 지게차 주행지역	8.0 mm	12.0 mm



보기)

- A point의 측정값과 B,C,D,E point 각각의 측정값의 편차가 모두 8mm 이하일 경우

(FM 2 Property IV 시방 Pass)

- A point의 측정값과 B,C,D,E point 각각의 측정값의 편차가 단 한곳이라도 12mm이상일 경우

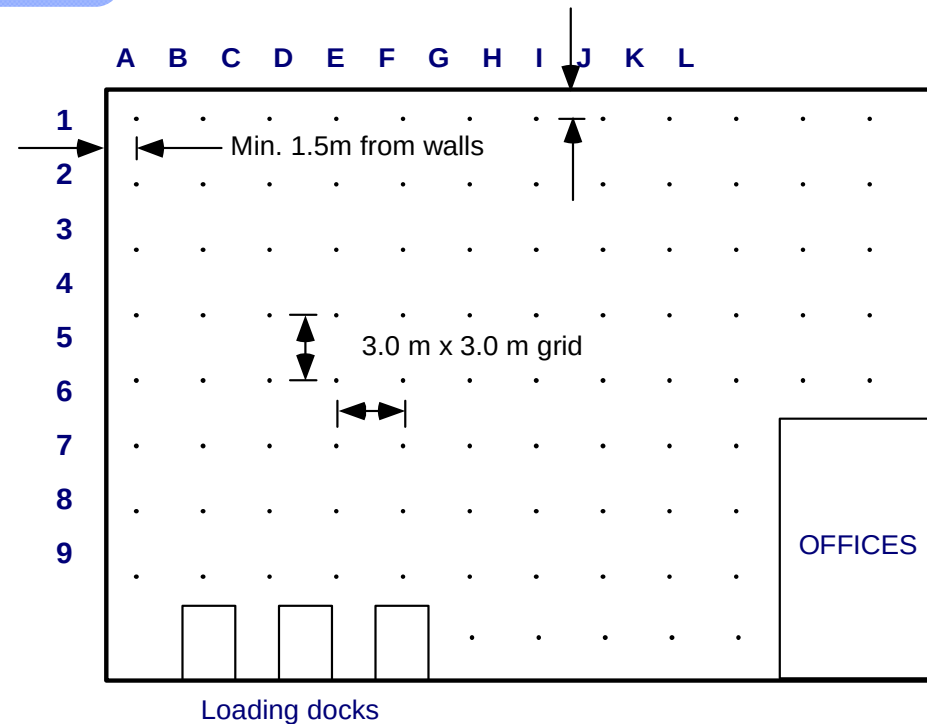
(FM 2 Property IV 시방 Fail)

4-1. Property IV (바닥 레벨) 측정



Property IV (레벨 측정)

- 건물 모서리에서 가로 세로 1.5m 떨어진 곳에 기준점 설정
- 측정 대상 바닥에 3m grid marking
- 3m grid의 모든 지점의 level을 측정
- 측정 지점이 벽 또는 기둥, E/V 등에서 1.5m 이내에 있으면 측정에서 제외함



Optical Level with PPM / Invar Staff

4-2. Property IV (레벨) 검수 결과 Table

BAD

GOOD

SAMPLE FM2, FM2 (TR34, 2003), Property IV

Property IV	Ref	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M														
		0m	3m	6m	9m	12m	15m	18m	21m	24m	27m	30m	33m	36m														
Level Reading	1	0m	1586.5	0.9	85.6	-4.8	90.4	12.8	77.8	-6.2	84.0	0.4	83.6	-0.1	83.7	-2.8	86.5	3.3	83.2	-5.7	88.9	2.2	86.7	3.4	83.3	-4.2	87.5	8.0
Diff. In Elev.			1.4	-3.3		4.8	-0.6	0.2	-1.3	-4.0	-4.3	-2.8	0.8	-1.1	-6.1	-4.5	0.0											
	2	3m	85.1	-3.8	88.9	3.3	85.6	7.2	78.4	-5.4	83.8	-1.1	84.9	-2.8	87.7	-3.1	90.8	4.8	86.0	-3.7	89.7	-3.1	92.8	5.0	87.8	0.3	87.5	-3.5
			0.0			-2.7		-1.0	-2.2	3.6	0.6	2.4	4.5	0.8	-1.1	0.5	-0.5											
	3	6m	85.1	VOID		88.3	8.9	79.4	-6.6	86.0	4.7	81.3	-5.8	87.1	-1.3	88.4	6.9	81.5	-7.8	88.9	-5.0	93.9	6.6	87.7	0.7	88.0	-6.3	
			-3.7			-4.6		-5.2	-5.3	5.1	-3.3	-4.8	-3.8															
	4	9m	88.8	-5.9	94.7	1.8	92.9	8.3	84.6	-5.7	91.3	4.9	86.4	-1.0	87.4	-5.8	93.2	7.9	85.3	-8.3	93.6	-0.6	94.2	5.8	88.4	-3.9	92.3	-1.2
			0.8		12.8		2.6		-6.5	-3.9		-12.7	-13.1		-6.1		-17.1	-12.9	-14.0	-14.0	-14.0	-14.0	-14.0	-14.0	-14.0	-14.0	-14.0	
	5	12m	88.0	6.1	81.9	-8.4	90.3	-0.8	91.1	-4.1	95.2	-3.4	98.6	-1.9	100.5	1.2	99.3	-1.1	102.4	-3.7	106.1	-2.1	108.2	1.1	107.1	0.4	106.7	1.0
						-1.8	3.5	1.4	5.4	2.0	9.3	1.7	7.1	7.1														
	6	15m	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID
						2.5	1.8	2.4	0.0	0.8	2.0	2.1																
	7	18m	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID
						-6.0	-5.5	-3.6	-1.0	-1.0	-1.6																	
	8	21m	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID	VOID

Indicates results between 8 and 12 mm
Indicates results over 12 mm
Indicates Unable to Survey due to obstruction
Indicates a Column within 1.5m radius
Indicates a Void area (not surveyed)

Results	Compliance Limits
Greatest Diff. in Elev. over 3m =	25.5 mm
% of Results over 8mm =	10.8 %
% of Results over 12mm =	3.1 %
Mean of Differential of Elev. =	3.76 mm
Mean Displacement of Elev. =	0.30 mm
Standard Deviation =	5.09
Range (Max - Min) =	35.7 mm

Sample Property IV Spreadsheet, FM2 (TR34, 2003)

Property	Ref	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U						
		0m	3m	6m	9m	12m	15m	18m	21m	24m	27m	30m	33m	36m	39m	42m	45m	48m	51m	54m	57m	60m						
Level Reading	1	0m	4088.62	88.4	-48	90.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4
			-27	1.1	-4.1	1.1	-4.1	1.1	-4.1	1.1	-4.1	1.1	-4.1	1.1	-4.1	1.1	-4.1	1.1	-4.1	1.1	-4.1	1.1	-4.1	1.1	-4.1	1.1	-4.1	1.1
Diff. In Elev.	2	3m	4081.34	461.34	367.2	318	271.8	221.8	182.4	143.8	104.8	67.4	31.8	4.8	-12.8	-20.8	-28.8	-36.8	-44.8	-52.8	-60.8	-68.8	-76.8	-84.8	-92.8	-100.8	-108.8	-116.8
			68	58	27	-41	81	41	41	18	58	14	-18	8	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	3	6m	4051.11	115.0	-88	81.8	181.8	-18	17.8	40.8	118.8	-11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8
			461	11	115	-88	81.8	-18	17.8	40.8	118.8	-11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8
	4	9m	414.4	175	115	-41	81.8	-18	40.8	85.8	165.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8
			68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	5	12m	418.4	187.8	-28	381.8	22	22.8	18	85.8	171.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8
			187	-27	-34	381.8	22	22.8	18	85.8	171.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8
	6	15m	415.12	184.8	-1	407	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8
			184	-1	407	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8
	7	18m	405	184.8	184.8	-25.8	312	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8	184.8
			184	184	184	-25.8	312	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184
	8	21m	413.4	188	-18	334.8	41.8	33.8	118	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18
			188	-18	-18	334.8	41.8	33.8	118	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18
	9	24m	414.4	185.8	-1	318	112.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	
			185	-1	318	112.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	
	10	27m	415.2	178	-48	380.8	31.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	
			178	-48	380.8	31.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	
	11	30m	413	181	-18	318	112.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	
			181	-18	318	112.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	181.8	
	12	33m	418.4	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8	188.8
			188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188
	13	36m	413.4	188.8	-18	334.8	41.8	33.8	118	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18
			188	-18	-18	334.8	41.8	33.8	118	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18
	14	39m	418.4	188.8	-18	334.8	41.8	33.8	118	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18
			188	-18	-18	334.8	41.8	33.8	118	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18
	15	42m	413.4	188.8	-18	334.8	41.8	33.8	118	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18
			188	-18	-18	334.8	41.8	33.8	118	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18
	16	45m	418.4	188.8	-18	334.8	41.8	33.8	118	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18
			188	-18	-18	334.8	41.8	33.8	118	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18
	17	48m	413.4	188.8	-18	334.8	41.8	33.8	118	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18
			188	-18	-18	334.8	41.8	33.8	118	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18
	18	51m	418.4	188.8	-18	334.8	41.8	33.8	118	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18
			188	-18	-18	334.8	41.8	33.8	118	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18	188	-18

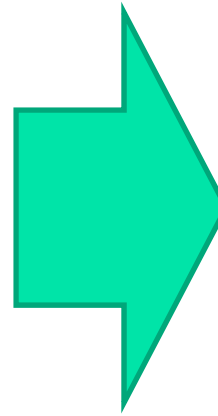
Indicates results between 8 and 12 mm
Indicates results over 12 mm
Indicates Unable to Survey due to obstruction
Indicates a Column within 1.5m radius
Indicates a Void area (not surveyed)

Results	Compliance Limits
Greatest Diff. in Elev. over 3m =	8.5 mm
% of Results over 8mm =	0.1 %
% of Results over 12mm =	0.0 %
Mean of Differential of Elev. =	1.71 mm
Mean Displacement of Elev. =	0.16 mm
Standard Deviation =	1.18
Range (Max - Min) =	17.6 mm

바닥 용도에 맞는 정확한 시방 적용

시방에 따른 정확한 바닥 품질 측정

믿을 수 있는 바닥 측정 결과



독립적인 검수 전문
회사를 통해서 가능
합니다.

콘크리트 바닥의 품질 관리의 처음과 끝에 독립적인
바닥 검수 전문 회사 Face Consultants Korea 가 있습니다.

FACE **CONSULTANTS**

감사합니다.