

유동화 콘크리트의 표면 광택도에 미치는 배합 및 거푸집 요인의 영향

Influence of Mix Proportions and Form Types on the
Surface-Glossing of Flowing Concrete



한천구*

Han, Cheon-Goo



김호구**

Kim, Hyo-Goo



오선교***

Oh, Seon-Kyo



반호용*

Bahn, Ho-Yong

ABSTRACT

The objective of this study is to investigate the degree of surface-glossing of flowing concrete, varying with W/C, types of forms and form oils. According to the experimental results, the degree of surface-glossing of flowing concrete is turned out to be higher than that of base concrete, as the slump increases. The degree of surface-glossing of concrete with 40% of W/C is higher than that with 50%. The orders of degree of surface-glossing with the types of forms are as follows : acryle > fancy plywood > metal form > plywood. When water solution type form oil is applied to the surface of forms, we can achieve higher degree of surface-glossing. It shows that the degree of surface-glossing decreases with elapsed time.

Keywords : flowing concrete, degree of surface-glossing, form, form oil

* 정회원, 청주대학교 건축공학과 교수, 공박

** 정회원, (주)대원건설, 공학석사

*** 정회원, (주)선종합건축, 공학박사

· 본 논문에 대한 토의를 2000년 12월 31일까지 학회로 보
내주시면 2001년 2월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

1. 서 론

제치장 콘크리트란 구조물의 뼈대와 마감을 동시에 표현할 수 있는 콘크리트로, 양호한 품질의 제치장 콘크리트 시공은 외부미관 향상, 노동력 절감, 공기단축 등의 목적에서 매우 의미가 크다 할 수 있다.⁽¹⁾ 그러나, 제치장 콘크리트는 대기중에 콘크리트 표면이 직접 노출되므로 중성화 현상이 빠르고, 표면이 오염되는 경우 재시공 및 보수가 어려운 단점도 있다.

한편, 국내의 건설현장에서 사용하고 있는 일반 콘크리트의 경우는 원재료 선택 및 배합요인에 따라 콘크리트의 품질이 다양하고, 시공기술의 부족으로 인한 콘크리트 표면의 재료분리, 비균질한 색조, 부족한 광택 등으로 제치장 콘크리트의 시공은 신뢰받기 어려운 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 W/C의 변화, 콘크리트의 유동화 종류, 거푸집 및 박리제 종류의 변화에 변수를 두어 광택 특성을 분석하므로써 향후 건설현장에 있어서 품질이 우수하고, 광택 및 내구성이 우수한 제치장 콘크리트 시공에 한 참고자료를 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 Table 1과 같고, 배합사항은 Table 2와 같다.

먼저, 실험계획으로 배합에 대하여 W/C는 40% 및 50%인 2개 수준에 대하여, 콘크리트의 종류는 5개 수준으로, 즉, 베이스 콘크리트인 슬럼프 8 cm 및 15 cm인 경우와 유동화 콘크리

트의 경우는 슬럼프 8 cm를 15 cm로, 15 cm를 21 cm 및 23 cm로 유동화 하는 것으로 하였다.

거푸집은 철판, 합판, 치장합판 및 아크릴판의 4개 수준으로 하였고, 박리제는 유성 및 수성박리제의 2개 수준으로 하였다.

실험사항으로 굳지 않은 콘크리트에서는 슬럼프, 슬럼프 플로우 및 공기량을 측정하였고, 경화 콘크리트에서는 재령 28일에서의 압축강도와 재령 7, 28, 91 및 180일에서 콘크리트 표면의 광택도를 측정하는 것으로 하였다.

2.2 사용 재료

Table 1 Experimental plan

Factors		Levels			
Experimental factors	W/C	2	40%, 50%		
	Concretes	5	Base concrete	2	8cm 15cm
			Flowing concrete	3	8cm → 15cm 15cm → 21cm 15cm → 23cm
	Forms	4	Metal form, Plywood, Fancy plywood, Acryle		
Form oils	2	Oil solution type(HKO-20), Water solution type(HKW-10)			
Experiment	Fresh concrete	3	Slump, Slump flow, Air content		
	Hardened concrete	2	Compressive strength(28days) Degree of surface-glossing (7, 28, 91, 180days)		

Table 2 Mix proportions

Type*	W/C (%)	W (kg/m ³)	S/A (%)	AE water-reducing admixture (C×%)	Superplasticizer** (C×%)	Volume (l/m ³)		
						C	S	G
B-8	40	175	39	0.5	-	139	250	391
F8-15					0.4			
B-15		183	40	0.8	-	145	260	367
F15-21					0.25			
F15-23				0.27				
B-15	50***	185	46	0.6	-	118	300	352
F15-21					0.4			

* B : Base concrete, F : Flowing concrete.

** Superplasticizer is made by mixing viscosity agent.

*** In W/C 50%, only the base concrete with 15cm of slump is flowed to 21cm.

본 실험에 사용하는 재료로서 시멘트는 국내산 S사로서 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였는데, 그 물리적 성질은 Table 3 과 같다.

골재로서 잔골재는 충북 청원군 미호천산 강모래(비중 : 2.52, 조립률 : 2.54)를 사용하였고, 굵은 골재는 충북 청원군 옥산산 쇄석(비중 : 2.61, 조립률 : 6.7)을 사용하였다. 물은 청주시 상수도를 사용하였다. 사용한 혼화제의 물리적 성질은 Table 4와 같으며, 박리제는 국내산 H사로서 물리적 성질은 Table 5와 같다. 거푸집은 국내산 철판, 일반합판, 치장합판 및 아크릴판을 사용하는 것으로 하였다.

2.3 실험 방법

굵지 않은 콘크리트의 슬럼프시험은 KS F 2402의 규정에 의거 측정하고, 슬럼프 플로우는 슬럼프 측정후 흘러내린 콘크리트 밑면의 최대

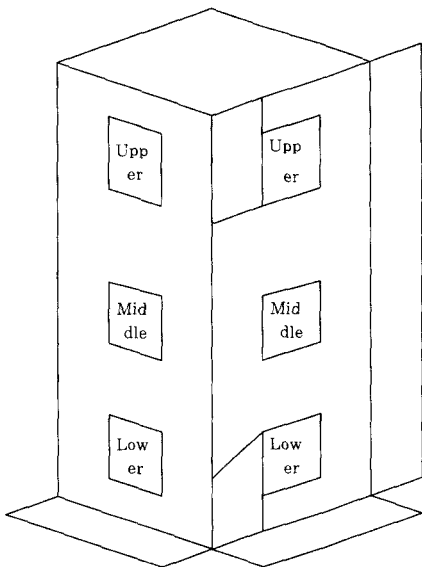


Fig. 1 Test specimen

- Types of forms
- ① Acryle
 - ② Fancy plywood
 - ③ Metal form
 - ④ Plywood

Table 3 Physical properties of cement

Specific gravity	Blain (cm/g)	Soundness (%)	Setting time (Min.)		Compressive strength (kgf/cm ²)		
			Ini.	Fin.	3d.	7d.	28d.
3.15	3.303	0.08	226	409	231	308	410

Table 4 Physical properties of chemical admixtures

Type	Ingredient	Appearance	Specific gravity (20°C)	pH
AE water-reducing	Naphthalene	Dark brown liquid	1.10±0.10	8.0±1.0
Segregation-reducing type superplasticizer	Mixed type	Yellow liquid	1.20±0.02	7.0±1.0

Table 5 Physical properties of form oil

Type	Specific gravity	Flaming temperature (°C)	Viscosity (cps)	Recommended dosage(m ² /ℓ)
Oil solution (KHO-20)	0.845	62	22	10~15
Water solution(KHW-10)	0.895	-	-	8~12

직경과 이에 직교하는 직경의 평균값으로 한다. 공기량은 KS F 2421 규정에 의거 측정하는 것으로 한다.

압축강도시험용 공시체는 KS F 2403의 규정에 의거 제작하고, 팽택도 측정용 공시체는 Fig. 1과 같이 15×15×45 cm의 공시체로 4면에 각각 아크릴, 치장합판, 철판, 일반합판 거푸집을 대어 제작한다. 또한, 압축강도 시험은 KS F 2405에 따라 실시하고, 팽택도는 ASTM D 523의 규정에 의거 Photo 1과 같이 측정하는 것으로 한다.

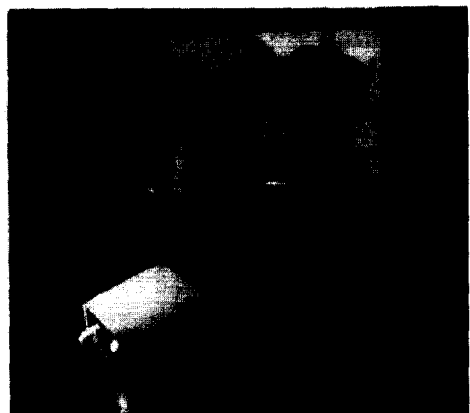


Photo 1 Surface-glossing test

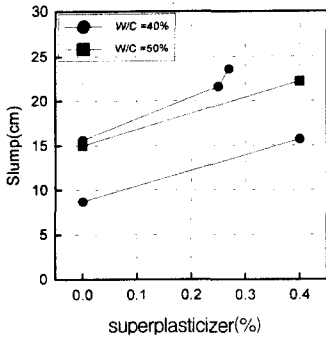


Fig. 2 Slump vs. dosage of superplasticizer

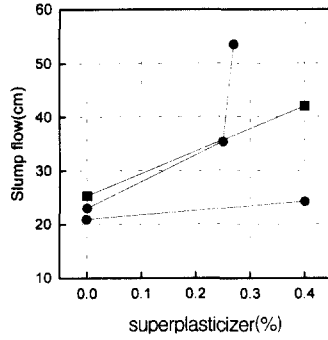


Fig. 3 Slump flow vs. dosage of superplasticizer

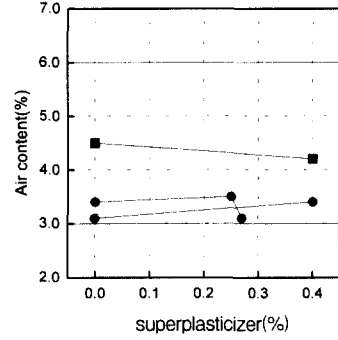


Fig. 4 Air content vs. dosage of superplasticizer

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

Fig. 2, 3 및 4는 유동화제 첨가량 변화에 따른 슬럼프, 슬럼프 플로우 및 공기량을 W/C별로 구분하여 찍은 선 그래프로 나타낸 것이다.

당연한 결과이겠지만 유동화제 첨가량이 증가할수록 슬럼프 및 슬럼프 플로우는 증가하는 것으로 나타났고, 반면에 공기량은 약간 감소 및 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

3.2 경화 콘크리트의 특성

Fig. 5는 재령 28일에서의 압축강도를 W/C 및 콘크리트 종류별로 구분하여 막대 그래프로 나타낸 것이다.

전반적인 경향으로는 베이스 콘크리트의 압축강도에 비하여 유동화 콘크리트의 압축강도가 충전성 향상 및 공기량의 감소 등에 기인하여 약간 증가하는 것으로 나타났으나, 단, W/C 40%에서 슬럼프 23cm인 경우의 압축강도는 베이스 콘크리트보다 약간 저하하는 것으로 나타났는데, 이는 지나친 유동화에 따른 약간의 재료분리가 발생하여 나타난 결과로 분석되었다.

3.3 광택도 특성

Table 6은 본 실험에서 측정한 광택도 및 광

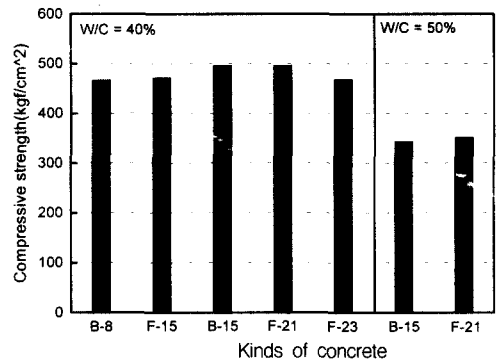


Fig. 5 Compressive strength vs. kinds of concrete at 28days

학거울에 대한 광택도 율을 W/C, 콘크리트의 종류, 박리제, 거푸집 종류 및 재령별로 구분하여 나타낸 것이다.

Fig. 6은 Table 6의 실험결과에 대한 분석으로 먼저, 베이스 콘크리트에 대한 유동화 콘크리트의 광택도를 비교하기 위하여 W/C별로 구분하여 산점도로 나타낸 것이다.

전반적으로 유동화 콘크리트의 광택도가 베이스 콘크리트의 광택도보다 우수한 것으로 나타났는데, W/C 40%에서는 약 5%, W/C 50%에서는 약 2% 정도로 유동화 콘크리트의 광택도가 우수한 것으로 나타났다. 이는 유동성이 향상되면서 양호한 충전성이 발휘되어 거푸집에 밀실하게 채워진 것과 AE공기량 감소에 기인한 것으로 사료된다.

Fig. 7은 W/C 40%에 대한 W/C 50%의 광택도를 비교하기 위하여 산점도로 나타낸 것이다.

Table 6 Surface-glossing test results

Identification of test		Surface-glossing($\times 10^{-6} \mu W$) [*]																
		7 days				28 days				91 days				180 Days				
Form oil	Types of forms	Wood	Metal form	Fancy wood	Acryle	Wood	Metal form	Fancy wood	Acryle	Wood	Metal form	Fancy wood	Acryle	Wood	Metal form	Fancy wood	Acryle	
	W/C 40%	Water type	Base 8cm	30.8	36.0	37.7	38.4	19.7	29.1	31.6	32.1	10.0	11.4	12.1	12.8	9.3	10.7	10.7
8cm→15cm			31.3	37.8	38.2	39.4	21.6	33.0	32.3	34.0	10.0	12.1	14.2	14.2	10.0	10.7	12.8	13.5
Base 15cm			31.9	38.1	38.1	41.1	21.3	30.1	32.3	32.5	10.7	11.4	14.2	14.2	9.3	10.0	13.5	14.2
15cm→21cm			32.0	37.4	38.2	38.6	22.3	32.3	32.3	34.2	10.7	15.7	15.7	14.9	11.4	14.2	14.9	14.2
15cm→23cm			31.0	39.6	40.2	42.4	21.3	33.2	33.3	34.8	10.0	15.7	15.7	15.7	10.7	12.8	13.5	14.2
Oil type		Base 8cm	29.7	36.1	37.1	39.6	20.3	28.2	29.0	31.0	10.7	10.7	12.8	14.9	10.0	10.7	12.1	13.5
		8cm→15cm	28.2	31.7	35.2	41.3	19.0	28.2	29.3	29.7	11.4	13.5	12.1	14.2	10.0	12.8	12.8	14.9
		Base 15cm	29.2	35.4	37.5	38.7	20.2	29.3	29.7	31.0	10.7	12.8	12.8	12.1	8.5	10.7	12.1	11.4
		15cm→21cm	26.8	35.7	36.0	37.9	19.6	30.3	30.1	29.5	8.5	12.8	13.5	14.9	9.3	12.1	11.4	13.5
		15cm→23cm	31.2	35.0	37.2	37.3	22.7	28.6	30.1	31.0	10.7	11.4	12.1	13.5	9.3	10.0	12.1	12.1
W/C 50%	Water type	Base 15cm	29.7	36.1	37.1	39.6	20.3	28.2	29.0	31.0	10.7	12.8	13.5	14.2	9.3	12.1	11.4	12.8
		15cm→21cm	28.2	31.7	35.2	41.3	19.0	28.2	29.3	29.7	10.0	13.5	14.2	14.9	9.3	11.4	12.1	13.5
	Oil type	Base 15cm	29.2	35.4	37.5	38.7	20.2	29.3	29.7	31.0	10.7	11.4	13.5	14.2	10.0	10.7	11.4	12.8
		15cm→21cm	26.8	35.7	36.0	37.9	19.6	30.3	30.1	29.5	9.3	10.0	12.8	13.5	10.0	10.7	13.5	13.5

* Surface-glossing of optical mirror is $1405 \times 10^{-6} \mu W$.

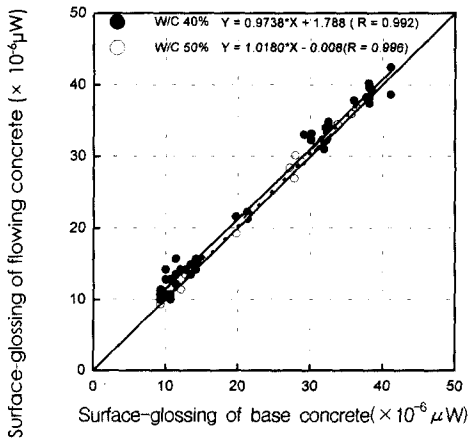


Fig. 6 Correlation between surface-glossings of flowing and base concretes

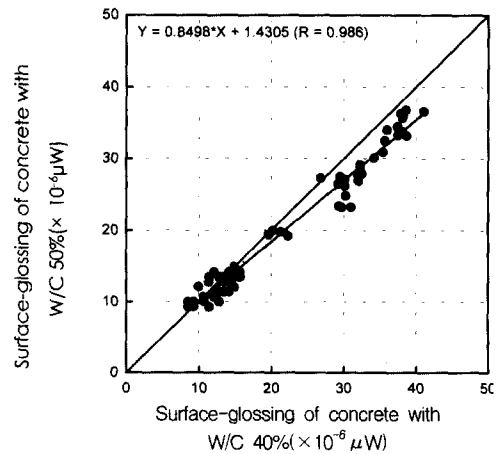


Fig. 7 Correlation between surface-glossings of concretes with W/C 50% and 40%

W/C에 따른 광택도는 W/C 40%의 광택도가 W/C 50%의 광택도보다 약 9% 정도 우수한 것으로 나타났는데, 이는 단위 시멘트량의 증가로 조적이 치밀하게 되어 나타난 것으로 분석되어 체치장 콘크리트는 낮은 W/C에서, 또한 유동화 콘크리트 공법을 도입할 경우에 유리함을 알 수 있었다.

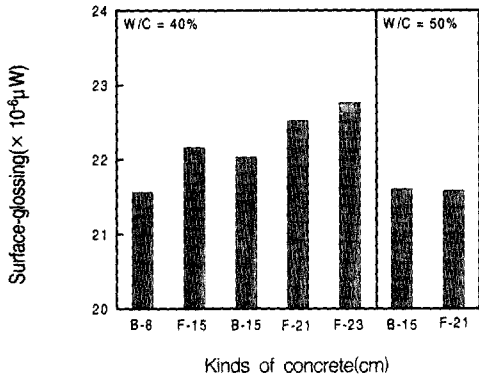


Fig. 8 Surface-glossing vs. kinds of concrete

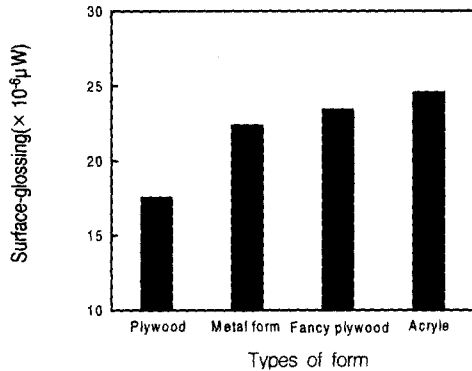


Fig. 9 Surface-glossing vs. types of form

Fig. 8은 콘크리트 종류에 따른 광택도를 W/C 별로 구분하여 막대 그래프로 나타낸 것이다.

콘크리트 종류에 따른 광택도는 베이스 콘크리트인 슬럼프 8 및 15cm보다 슬럼프가 증가할수록 커지는 것으로 나타났는데, 이는 앞서 분석된 것과 같다.

Fig. 9는 거푸집 종류에 따른 광택도를 막대 그래프로 나타낸 것이다.

전반적으로 광택도는 아크릴판 거푸집을 사용한 경우가 가장 우수한 것으로 나타났고, 치장합판, 철판, 일반합판의 순서로 나타났다. 이는 아크릴판 거푸집을 사용한 콘크리트 표면이 비교적 평활도가 양호하여 매끄럽게 나타났고, 또한 기포가 적은 것에 기인한 결과로 분석된다.

Fig. 10은 수성박리제에 대한 유성박리제의 광택도를 비교하기 위하여 나타낸 것이다.

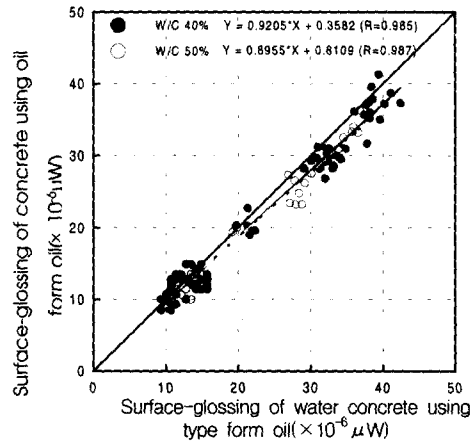


Fig. 10 Correlation between surface-glossings of water type oil form oil and type form oil

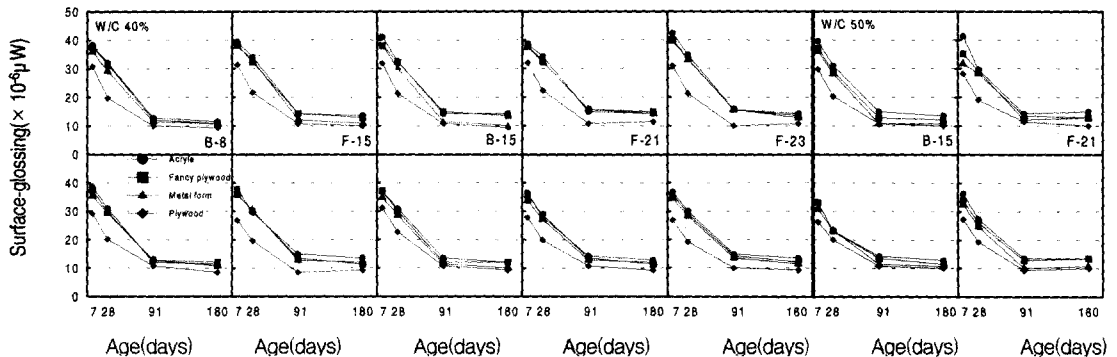


Fig. 11 Surface-glossing vs. age

전반적으로 수성박리제를 사용한 경우의 광택도가 유성박리제를 사용한 광택도보다 우수한 것으로 나타났는데, W/C 40%에서는 약 6% 정도, W/C 50%에서는 약 7% 정도 우수한 것으로 나타났다. 이는 유성박리제의 점도가 높아 표면이 매끄럽지 못함에 따라 나타난 결과로 분석된다.

Fig. 11은 재령경과에 따른 광택도 변화를 W/C, 콘크리트 종류 및 거푸집 종류별로 구분하여 꺾은선 그래프로 나타낸 것이다.

전반적으로 재령이 경과할수록 광택은 저하하는 것으로 나타났으며, 재령 180일에서의 광택은 재령 7일에 비해 1/3 정도로 크게 줄어드나 91일 이후는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 이는 콘크리트 표면이 대기중에 노출되면서 탄산가스에 의한 중성화에 기인한 것으로 분석되었다.

Fig. 12는 Fig. 11을 다른 각도에서 분석한 것으로써, 재령 7일에 대한 재령 180일의 광택도를 비교하기 위하여 산점도로 나타낸 것이다.

광택도는 재령이 경과함에 따라 크게 감소하는 것으로 나타났는데, 광택보호를 위하여는 특별한 표면마감 조치를 강구해야할 것으로 사료되었다.

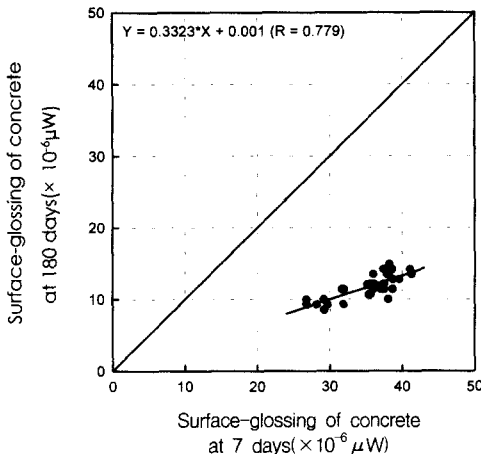


Fig. 12 Correlation between surface-glossings of concrete at 180 and 7 days

4. 결 론

본 연구는 유동화 콘크리트에 있어 배합, 유동화 종류, 거푸집 및 박리제 요인이 콘크리트 표면의 광택도에 미치는 영향을 비교·분석한 것으로서, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 콘크리트의 유동화 종류에 따른 광택도는 베이스 콘크리트의 광택도보다 유동화 콘크리트의 광택도가 약 4% 정도 우수한 것으로 나타났다.
- 2) W/C에 따른 광택도는 W/C 40%의 광택도가 W/C 50%의 광택도보다 약 9% 정도 우수한 것으로 나타났다.
- 3) 거푸집 재료에 따른 광택도는 아크릴판, 치장합판, 철판, 일반합판의 순으로 양호하게 나타났다.
- 4) 박리제 종류에 따른 광택도는 수성박리제를 사용한 콘크리트의 광택도가 유성박리제를 사용한 콘크리트의 광택도보다 약 7% 정도 우수한 것으로 나타났다.
- 5) 재령 경과에 따른 광택도는 재령이 경과할수록 저하되는 것으로 나타났는데, 재령 7일에 비해 재령 180일의 광택도는 약 1/3 정도로 낮게 나타났다.

참고문헌

1. 하재담, 공양식, 강창운, 정일모, 정태웅, 이현희 : 광택 노출콘크리트 개발 및 실용화 연구, 콘크리트학회 학술발표 논문집, 1998. 5
2. 신성우, 정태웅, 이현희, 하재담 : 수화반응시 생성되는 계면피막을 응용한 광택 노출콘크리트 공법, 콘크리트 학회지, 1999. 2
3. 宮本 欣明 : 打放シコンクリートに関する實驗的研究(その1 세키板および締固め方法が仕上がり, 強度に及ぼす影響について), 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1993. 9
4. 柏木 隆男 : 打放シコンクリートの色むらに関する基礎的研究, 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1995. 8

요 약

양호한 품질의 제치장 콘크리트 시공은 외부미관 향상, 노동력 절감 및 공기단축 등의 목적에서 의미가 크다할 수 있다. 그러나, 국내의 건설현장에서 사용하고 있는 콘크리트의 경우는 원재료 선택 및 배합요인에 따라 콘크리트의 품질이 다양하고, 시공기술의 부족으로 인한 콘크리트의 재료분리, 비균질 색조 및 부족한 광택 등으로 제치장 콘크리트의 신뢰도가 낮은 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 콘크리트의 유동화 종류, W/C의 변화, 거푸집 및 박리제 종류 등을 변수로 하여 광택 특성을 비교·분석하였다. 연구결과 제치장 콘크리트의 광택도는 베이스 콘크리트보다 유동화 콘크리트, W/C는 작은값 일수록, 거푸집 재료는 표면이 매끄러운 아크릴 등 재질에서, 박리제는 유성보다 수성박리제를 사용한 경우의 광택도가 우수한 것으로 나타났다. 또한 광택도는 재령이 경과할수록 저하하는 것으로 나타나 최초의 광택을 오랫동안 유지하기 위하여는 특별한 표면 처리 대책을 강구해야할 것으로 사료된다.

(접수일자 : 1999. 11. 24)