

# 비파괴검사법을 이용한 공동주택 마감재 종류에 따른 콘크리트 압축강도 비교평가

홍성욱<sup>1\*</sup>

## Comparative Evaluation of Concrete Compressive Strength According to the Type of Apartment Building Finishing Materials Using Nondestructive Testing

Seong-Uk Hong<sup>1\*</sup>

**Abstract:** In the case of apartment building, it is difficult to conduct non-destructive testing due to the actual presence of people and the dust and noise generated during the core test, so inspections are performed each time in the common area and underground parking lot, and the tests are conducted on the finishing material rather than on the concrete surface due to low-cost orders. As the process progresses, poor inspection is inevitable. In addition, the proposed formulas for strength estimation have large fluctuations depending on the differences in test conditions and environments, and even if they show the same measured value, the deviation between each proposed formula is large, making it difficult to accurately estimate strength, making it difficult to use. Accordingly, we would like to select finishing materials mainly used in apartment complexes and compare and evaluate the compressive strength of concrete according to the type of finishing material by using non-destructive testing methods directly on the finishing materials without removing the finishing materials. The reliability evaluation results of the estimated compressive strength of concrete using the ultrasonic velocity method according to the type of finishing material are as follows. The error rate between the estimated compressive strength and compressive strength derived through the ultrasonic velocity method shows a wide range of variation, ranging from 21.83% to 58.89%. The effect of the presence or absence of finishing materials on the estimated compressive strength was found to be insignificant. Accordingly, it is necessary to select more types of finishing materials and study ultrasonic velocity methods according to the presence or absence of finishing materials, and to study estimation techniques that can increase reliability.

**Keywords:** Ultrasonic pulse velocity method, Compressive strength, Finishing materials, Concrete, Apartment building

### 1. 서 론

공동주택의 안전 점검 항목 중 콘크리트 압축강도는 건축 구조 안전에 중요한 요소이다. 최근 건축물의 고층화, 대형화, 복잡화 및 비정형화와 더불어 건축물의 노후화로 인한 리모델링으로 구조물의 품질관리 중요성이 강조되어 구조물의 안전진단 및 상태평가에 대한 관심이 증가하고 있다(Lee and Yun, 2019). 콘크리트 구조물들은 준공 직후부터 열화가 시작되어 정해진 사용수명이 점점 줄어들어 내구성과 구조안전성이 감소하기 때문에 진단 및 유지관리는 시공 과정과 준공 이후 전사용주기에 걸쳐 필수적으로 수행되어야 한다(Lee et al., 2015). 구조물의 진단 및 평가를 위한 검사법에는 파괴시험과 비파괴시험이 있다. 파괴시험은 철근 절단, 단면 손실 등의 손상을 주어 치명적인 문제점을 초래할 수 있다(Kim et

al., 2006). 또한, 콘크리트 구조물의 경우 코어채취가 가능한 부위로는 슬래브나 벽 등 구조체의 일부에 한정되고 채취개수에도 한계가 있다(Lee and Choi, 2004). 비파괴검사법은 구조물에 문제점이 발생하였을 때 구조체 내부를 평가하기 위해 부재의 절단 및 코어를 채취하는 파괴검사법과 다르게 초음파, 전자기, 열 등을 사용하여 파괴 없이 구조체의 압축강도, 내부의 결함 존재 유무, 응력 상태, 재질 변화 등을 평가할 수 있다(Hong et al., 2017). 기존의 압축강도 시험은 파괴시험이기에 비파괴검사법은 초기에 구조적 손상을 감지할 수 있는 장점이 있어 콘크리트 구조물의 고가의 보수비용을 절감할 수 있다는 점에서 관심이 높아지고 있다(Ashish et al., 2021). 비파괴검사법에는 초음파속도법, 충격반향기법, 반발경도법 등 다양한 방법이 있는데 그 중 초음파속도법은 한국 표준인 KS F 2731이 있고, 실무에 보급되어 있는 장비로서 현장 적용성이 좋은 검사법이다(Hong et al., 2018). 초음파속도법은 사용의 간편성, 비용의 절감, 구조물への 적용성 등 많은 장점을 가지고 있기 때문에 미국, 영국, 일본을 비롯한 RILEM(국제구조재료시험연구기관연합)에서 초음파속도법

<sup>1</sup>종신회원, 우석대학교 건축학과 교수, 교신저자

\*Corresponding author: suhong@woosuk.or.kr

Department of Architecture, Woosuk University, Chungbuk 27841, Korea

•본 논문에 대한 토의를 2024년 3월 31일까지 학회로 보내주시면 2024년 4월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

에 의한 콘크리트 강도추정을 위한 규정을 마련하여 콘크리트 품질관리에 이용하고 있다(Won et al., 2000). 초음파속도법은 매질을 통과하는 음파의 속도와 탄성물성치 사이의 관계를 이용하여 콘크리트 부재의 압축강도를 평가한다(Shin et al., 2014). 균질한 고체의 초음파 펄스 속도(UPV)는 물리적 및 기계적 특성과 쉽게 관련될 수 있다(Bogas et al., 2013). 하지만 건축물에 적용 시 콘크리트의 재질은 공통적으로 구성분자가 크고 밀도가 불균일하기 때문에 정확한 추정을 위해 여러 방향에 대한 고려가 반드시 필요하다(Hong and Cho, 2011). 공동주택의 경우 사람의 실거주 및 코어시험 시 일어나는 분진 및 소음 등으로 인하여 비파괴검사를 진행하기 어려워 공용부 및 지하 주차장에서 매번 점검이 이루어지며, 저가 수주로 인한 콘크리트 면의 실험이 아닌 마감재 위에서 실험을 진행하여 부실점검이 발생할 수 밖에 없는 실정이다. 또한 강도 추정을 위한 제안식들은 시험조건과 환경의 차이에 따라 변동폭이 크고, 동일한 측정값을 나타내더라도 제안식마다 그 편차가 커 정확한 강도 추정이 어려워 사용에 어려움을 겪고 있는 실정이다(Kim et al., 2007). 이에 공동주택에 주로 사용되는 마감재를 선정하여 마감재를 제거하지 않고 직접 마감재에 비파괴검사법을 활용하여 마감재 종류에 따른 콘크리트 압축강도 비교 평가를 하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

공동주택 마감재 종류에 따른 콘크리트의 실측 압축강도와 추정 압축강도를 비교 평가하고자 비파괴검사법과 압축강도 시험을 하기 위한 실험체 계획을 Table 1에 나타내었다.

콘크리트 모의 부재를 제작하기 위한 설계 압축강도는 21MPa로 설정하였으며, 배합표는 Table 2에 나타내었다.

콘크리트 모의 부재 크기는 코어시험 면적을 고려하여 Fig. 1과 같이 500mm × 500mm × 200mm로 하였으며, 콘크리트 모의 부재에 적용할 공동주택 마감재 종류는 본 코트와 무늬 코트 및 수성페인트, 벽지로는 실크 엠보싱의 유무와 합지(종이)를 선정하여 실험체를 제작하였다. 마감이 완료된 콘크리트 모의 부재는 코어를 채취한 후 비파괴검사법 중 하나인 초음파속도법을 이용하여 압축강도를 추정하고 압축강도시험을 수행하였다.

### 2.2 실험 방법

제작한 콘크리트 모의 부재를 대상으로 초음파속도법을 실

Table 1 Specimen list

No	Specimen	Finishing materials	Finished surface	Design Strength	EA
1	UFC	-	-		3
2	SFC-1	Coat	1		3
3	SFC-2	Patterned coat	1		3
4	PFC	Water based paint	1	21 MPa	3
5	WFC-1	Wall paper	1		3
6	WFC-2	Wall paper(silk)	1		3
7	WFC-3	Wall paper(silk) embossing	1		3

UFC : Unfinished concrete  
 SFC : Spray finished concrete  
 PFC : Paint finished concrete  
 WFC : Wall paper finished concrete

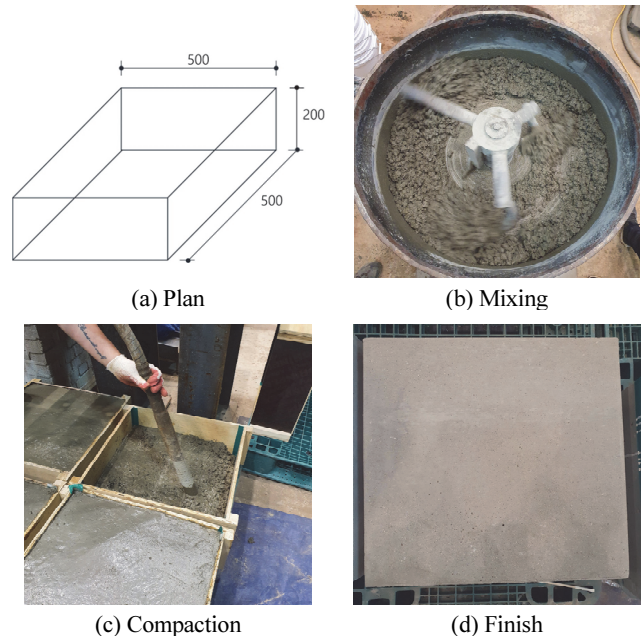


Fig. 1 Concrete Specimen

Table 2 Mixing ratio of concrete

Maximum size of coarse aggregate [mm]	Slump [mm]	Air content [%]	W/C [%]	S/a [%]	Unit weight [kg/m <sup>3</sup> ]				
					Water	Cement	Aggregate		AE water reducing agent
							Fine	Coarse	
25	80	5~7	51	44	156	306	797	1034	1.830

시하였다. 코어시험을 위해 채취한 시험체는 KS F 2731 (KS, 2023) 및 ASTM C 597 (ASTM, 2023)에 준하여 Fig. 2와 같이 수행하였다. 측정된 초음파속도를 선행 연구(Kim et al. 2016; Hisham nad Qasrawi, 2000; Roh, 2001; Oh, 1987)에 의한 추정식을 통해 콘크리트 압축강도를 추정하였다. 코어시험을 위해 채취한 시험체는 KS F 2405 (KS, 2022)에 준하여 Fig. 2와 같이 콘크리트 압축강도를 측정하였다.

### 3. 실험결과

마감재 종류에 따른 콘크리트의 압축강도와 추정압축강도를 비교 평가하기 위해 초음파속도를 측정한 초음파속도 평균값을 구한 결과 UFC는 3784.67m/s, SFC1은 3979m/s, SFC2는 3916.67m/s, PFC는 3890.67m/s, WFC1은 4028.67m/s, WFC2는 4096.33m/s, WFC3는 4318.5m/s로 Fig. 3과 같이 나타났다.

압축강도는 초음파속도를 측정하고 추정압축강도를 도출한 후 측정하였으며 그 결과는 Fig. 4에 나타내었다. UFC는 20.17MPa, SFC1은 17.91MPa, SFC2는 17.92MPa, PFC는

18.50MPa, WFC1은 16.48MPa, WFC2는 19.04MPa, WFC3는 21.97MPa로 나타났다.

측정한 초음파속도는 일본건축학회 압축강도 추정식을 통하여 추정 압축강도를 도출하였다. 추정압축강도와 압축강도를 비교한 오차율의 평균값은 Table 3에 나타났다.

추정강도의 평균값 결과 UFC는 19.37MPa, SFC1은 23.55MPa, SFC2는 22.2MPa, PFC는 21.65MPa, WFC1은 24.6MPa, WFC2는 26.06MPa, WFC3는 30.83MPa로 나타났다. 추정강도와 압축강도를 비교하여 도출된 오차율의 평균값 결과 UFC는 3.9%, SFC1은 35.44%, SFC2는 14.73%, PFC는 17.24%, WFC1은 52.71%, WFC2는 41.76%, WFC3는 40.47%로 나타났다.

일본재료학회 압축강도 추정식에 측정된 초음파속도를 대입하여 추정압축강도를 도출하였다. 추정압축강도와 압축강도를 비교한 오차율의 평균값은 Table 4과 같이 나타났다.

추정강도의 평균값 결과 UFC는 27.46MPa, SFC1은 29.48MPa, SFC2는 28.83MPa, PFC는 28.56MPa, WFC1은 29.99MPa,



Fig. 2 Experiment methods

Table 3 The average value of Architectural Institute of Japan ultrasonic pulse velocity method

Specimen	UPV (m/s)	Compressive strength (MPa)	Estimated strength (MPa)	Error ratio (%)
UFC-U	3784.67	20.17	19.37	3.9
SFC1-U	3979	17.83	23.55	35.44
SFC2-U	3916.67	19.87	22.2	14.73
PFC-U	3890.67	18.5	21.65	17.24
WFC1-U	4028.67	16.48	24.60	52.71
WFC2-U	4096.33	19.04	26.06	41.76
WFC3-U	4318.5	21.97	30.83	40.47

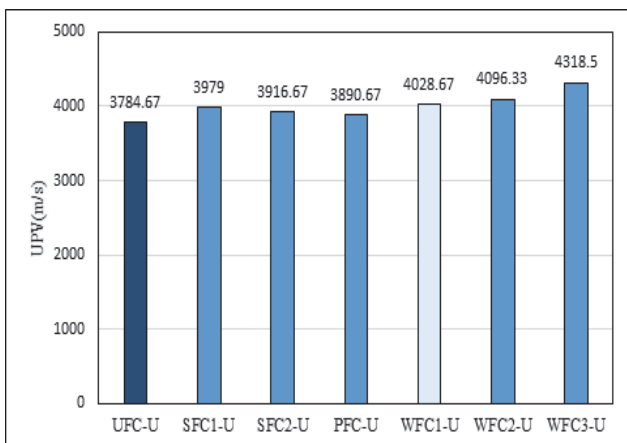


Fig. 3 The average value of ultrasonic pulse velocity method

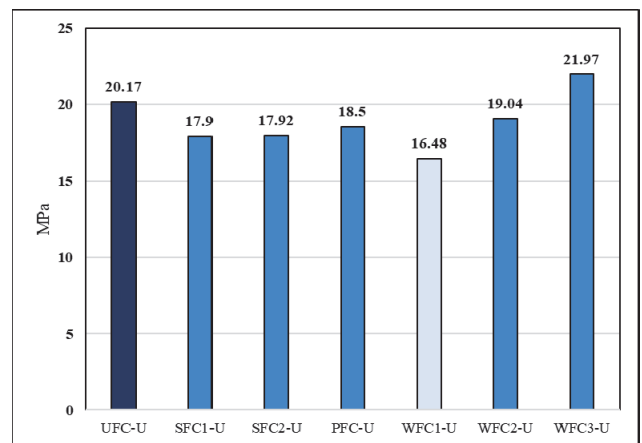


Fig. 4 The average value of compressive strength

WFC2는 30.69MPa, WFC3는 33.01MPa로 나타났다. 추정강도와 압축강도를 비교하여 도출된 오차율의 평균값 결과 UFC는 36.25%, SFC1은 70%, SFC2는 46.3%, PFC는 54.64%, WFC1은 88.1%, WFC2는 66.64%, WFC3는 50.31%로 나타났다.

측정한 초음파속도는 한전기술연구소 압축강도 추정식을 통하여 추정압축강도를 도출하였다. 추정압축강도와 압축강도를 비교한 오차율의 평균값은 Table 5과 같이 나타났다. 도출된 추정강도의 평균값 결과 UFC는 17.64MPa, SFC1은 24.23MPa, SFC2는 22.1MPa, PFC는 21.23MPa, WFC1은 25.85MPa, WFC2는 28.14MPa, WFC3는 35.67MPa로 나타났다. 추정강도와 압축강도를 비교하여 도출된 오차율의 평균값 결과 UFC는 12.51%, SFC1은 39.03%, SFC2는 15.37%, PFC는 15.01%, WFC1은 59.06%, WFC2는 53.37%, WFC3는 62.58%로 나타났다.

선행연구(Kim et al., 2016)의 압축강도 추정식에 측정한 초음파속도를 대입하여 추정압축강도를 도출하였다. 추정압축강도와 압축강도를 비교한 오차율의 평균값은 Table 6과 같이 나타났다. 도출된 추정강도의 평균값 결과 UFC는 9.63MPa,

**Table 4** The average value of Materials Research Society of Japan ultrasonic pulse velocity method

Specimen	UPV (m/s)	Compressive strength (MPa)	Estimated strength (MPa)	Error ratio (%)
UFC-U	3784.67	20.17	27.46	36.25
SFC1-U	3979	17.83	29.48	70.00
SFC2-U	3916.67	19.87	28.83	46.3
PFC-U	3890.67	18.5	28.56	54.64
WFC1-U	4028.67	16.48	29.99	88.1
WFC2-U	4096.33	19.04	30.69	66.64
WFC3-U	4318.5	21.97	33.01	50.31

**Table 5** The average value of KEPCO Research institute of Technology ultrasonic pulse velocity method

Specimen	UPV (m/s)	Compressive strength (MPa)	Estimated strength (MPa)	Error ratio (%)
UFC-U	3784.67	20.17	17.64	12.51
SFC1-U	3979	17.83	24.23	39.03
SFC2-U	3916.67	19.87	22.1	15.37
PFC-U	3890.67	18.5	21.23	15.01
WFC1-U	4028.67	16.48	25.85	59.06
WFC2-U	4096.33	19.04	28.14	53.37
WFC3-U	4318.5	21.97	35.67	62.58

SFC1은 20.7MPa, SFC2는 17.17MPa, PFC는 15.67MPa, WFC1은 23.49MPa, WFC2는 27.35MPa, WFC3는 39.99MPa로 나타났다. 추정강도와 압축강도를 비교하여 도출된 오차율의 평균값 결과 UFC는 52.28%, SFC1은 18.09%, SFC2는 21.67%, PFC는 17.41%, WFC1은 41.33%, WFC2는 49.61%, WFC3는 82.4%로 나타났다.

측정한 초음파속도를 선행연구(Hisham and Qasrawi, 2000) 압축강도 추정식을 통하여 추정압축강도를 도출하였다. 추정압축강도와 압축강도를 비교한 오차율의 평균값은 Table 7과 같이 나타났다.

도출된 추정 강도의 평균값 결과 UFC는 9.9MPa, SFC1은 17.03MPa, SFC2는 14.77MPa, PFC는 13.79MPa, WFC1은 18.83MPa, WFC2는 21.32MPa, WFC3는 29.46MPa로 나타났다. 추정강도와 압축강도를 비교하여 도출된 오차율의 평균값 결과 UFC는 50.92%, SFC1은 9.52%, SFC2는 25.07%, PFC는 25.3%, WFC1은 14.4%, WFC2는 19.96%, WFC3는 34.36%로 나타났다.

선행연구(Roh, 2001)의 압축강도 추정식에 측정한 초음파속도를 대입하여 추정압축강도를 도출하였다. 추정압축강도

**Table 6** The average value of Kim's ultrasonic pulse velocity method

Specimen	UPV (m/s)	Compressive strength (MPa)	Estimated strength (MPa)	Error ratio (%)
UFC-U	3784.67	20.17	9.63	52.28
SFC1-U	3979	17.83	20.7	18.09
SFC2-U	3916.67	19.87	17.17	21.67
PFC-U	3890.67	18.5	15.67	17.41
WFC1-U	4028.67	16.48	23.49	41.33
WFC2-U	4096.33	19.04	27.35	49.61
WFC3-U	4318.5	21.97	39.99	82.4

**Table 7** The average value of Qasrawi's ultrasonic pulse velocity method

Specimen	UPV (m/s)	Compressive strength (MPa)	Estimated strength (MPa)	Error ratio (%)
UFC-U	3784.67	20.17	9.90	50.92
SFC1-U	3979	17.83	17.03	9.52
SFC2-U	3916.67	19.87	14.77	25.07
PFC-U	3890.67	18.5	13.79	25.30
WFC1-U	4028.67	16.48	18.83	14.40
WFC2-U	4096.33	19.04	21.32	19.96
WFC3-U	4318.5	21.97	29.46	34.36

와 압축강도를 비교한 오차율의 평균값은 Table 8과 같이 나타났다. 도출된 추정강도의 평균값 결과 UFC는 15.77MPa, SFC1은 23.28MPa, SFC2는 20.97MPa, PFC는 19.98MPa, WFC1은 25.1MPa, WFC2는 27.63MPa, WFC3는 35.9MPa로

나타났다. 추정강도와 압축강도를 비교하여 도출된 오차율의 평균값 결과 UFC는 20.47%, SFC1은 33.42%, SFC2는 13.17%, PFC는 8.25%, WFC1은 53.93%, WFC2는 50.65%, WFC3는 63.65%로 나타났다.

**Table 8** The average value of Roh Yoon-gi's ultrasonic pulse velocity method

Specimen	UPV (m/s)	Compressive strength (MPa)	Estimated strength (MPa)	Error ratio (%)
UFC-U	3784.67	20.17	15.77	20.47
SFC1-U	3979	17.83	23.28	33.42
SFC2-U	3916.67	19.87	20.97	13.17
PFC-U	3890.67	18.5	19.98	8.25
WFC1-U	4028.67	16.48	25.10	53.93
WFC2-U	4096.33	19.04	27.63	50.65
WFC3-U	4318.5	21.97	35.90	63.65

**Table 9** The average value of Changhee-Oh's ultrasonic pulse velocity method

Specimen	UPV (m/s)	Compressive strength (MPa)	Estimated strength (MPa)	Error ratio (%)
UFC-U	3784.67	20.17	19.14	5.06
SFC1-U	3979	17.83	22.09	27.18
SFC2-U	3916.67	19.87	21.13	12.1
PFC-U	3890.67	18.5	20.75	12.35
WFC1-U	4028.67	16.48	22.83	42.33
WFC2-U	4096.33	19.04	23.86	29.72
WFC3-U	4318.5	21.97	27.24	24.09

**Table 10** Experimental results

Specimen	UPV (m/s)	Compressive strength (MPa)	Estimated compressive strength (MPa)						
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
			Error Ratio (%)						
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
UFC	3784.67	20.17	19.37	27.46	17.64	9.63	9.90	15.77	19.14
			3.9	36.25	12.51	52.28	50.92	20.47	5.06
SFC1	3979	17.83	23.55	29.48	24.23	20.7	17.03	23.28	22.09
			35.44	70.00	39.03	18.09	9.52	33.42	27.18
SFC2	3916.67	19.87	22.2	28.83	22.1	17.17	14.77	20.97	21.13
			14.73	46.3	15.37	21.67	25.07	13.17	12.10
PFC	3890.67	18.5	21.65	28.56	21.23	15.67	13.79	19.98	20.75
			17.24	54.64	15.01	17.41	25.30	8.25	12.35
WFC1	4028.67	16.48	24.60	29.99	25.85	23.49	18.83	25.10	22.83
			52.71	88.1	59.06	41.33	14.40	53.93	42.33
WFC2	4096.33	19.04	26.06	30.69	28.14	27.35	21.32	27.63	23.86
			41.76	66.64	53.37	49.61	19.96	50.65	29.72
WFC3	4318.5	21.97	30.83	33.01	35.67	39.99	29.46	35.90	27.24
			40.47	50.31	62.58	82.40	34.36	63.65	24.09
Average of error ratio	-	-	29.46	58.89	36.70	40.40	25.65	34.79	21.83
Existing Compressive Strength Estimation Equation	(1) $F_c = 21.5V_p - 62.0$		Architectural Institute of Japan						
	(2) $F_c = 10.4V_p - 11.9$		Materials Research Society of Japan						
	(3) $F_c = 33.91V_p - 110.7$		KEPCO Research institute of Technology						
	(4) $F_c = 56.974V_p - 206$		Kim et al						
	(5) $F_c = 36.72V_p - 129.077$		Qasrawi						
	(6) $F_c = (372.7V_p - 1250.2) \times 0.1$		Roh Yoon-gi						
	(7) $F_c = (152V_p - 383.9) \times 0.1$		Changhee Oh						



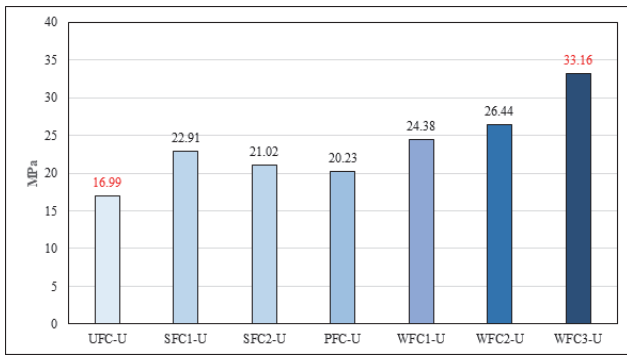


Fig. 5 The average value of ultrasonic pulse velocity method experiment

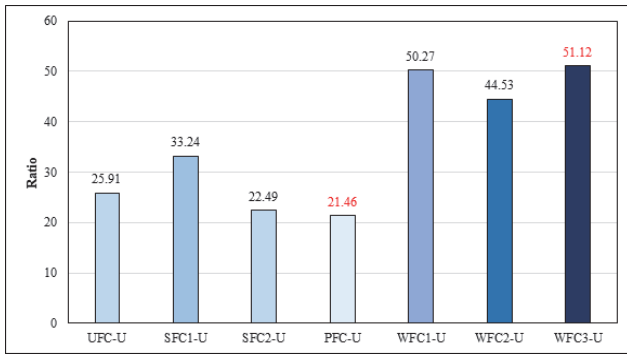


Fig. 6 The average value of Error ratio

측정한 초음파속도를 선행연구(Oh, 1987)의 압축강도 추정식을 통하여 추정압축강도를 도출하였다. 추정압축강도와 압축강도를 비교한 오차율의 평균값은 Table 9과 같이 나타났다. 도출된 추정강도의 평균값 결과 UFC는 19.14MPa, SFC1은 22.09MPa, SFC2는 21.13MPa, PFC는 20.75MPa, WFC1은 22.83MPa, WFC2는 23.86MPa, WFC3는 27.24MPa로 나타났다. 추정강도와 압축강도를 비교하여 도출된 오차율의 평균값 결과 UFC는 5.06%, SFC1은 27.18%, SFC2는 12.1%, PFC는 12.35%, WFC1은 42.33%, WFC2는 29.72%, WFC3는 24.09%로 나타났다.

초음파속도법을 통한 마감재 종류에 따른 콘크리트 실험체의 추정압축강도 결과와 압축강도를 비교한 오차율의 결과는 Table 10과 같다.

초음파속도법을 이용한 추정 압축강도 평균값은 Fig. 5와 같이 UFC는 16.99MPa, SFC1은 22.91MPa, SFC2는 21.02MPa, PFC는 20.23MPa, WFC1은 24.38MPa, WFC2는 26.44MPa, WFC3은 33.16MPa로 나타났다.

초음파속도법을 이용한 추정 압축강도와 실측 압축강도의 평균 오차율은 Fig. 6과 같이 UFC는 25.91%, SFC1은 33.24%, SFC2는 22.49%, PFC는 21.46%, WFC1은 50.27%, WFC2는 44.53%, WFC3은 51.12%로 나타났다.

## 4. 결론

마감재 종류에 따른 초음파속도법을 이용한 콘크리트 추정 압축강도 신뢰도 평가 결과는 다음과 같다. 초음파속도법을 통해 도출된 추정압축강도와 압축강도의 오차율은 21.83% ~ 58.89%로 광범위한 변동폭을 보이며, 추정압축강도에 대한 마감재 유무의 영향은 미비한 것으로 나타났다. 마감재가 페인트의 경우 오차율의 평균값은 25.3%로 나타났고 마감재가 벽지의 경우 오차율의 평균값은 48.64%로 나타났다. 마감재가 페인트인 경우와 벽지인 경우를 비교한 결과 벽지인 경우가 오차율이 더 높은 것으로 나타났다. 이에 추가적인 실험을 통하여 신뢰도를 높이고, 마감재 종류와 마감재 유무에 따른 초음파속도법을 이용한 콘크리트 압축강도 추정기법 연구가 필요하다고 판단된다.

## 감사의 글

이 연구는 한국연구재단에서 지원하는 우석대학교 LINC+ 사업을 수행한 연구 성과의 일부이며, (주)우리엔지니어링과 공동으로 수행되었습니다.

## References

- Lee, J. H., and Heon, Y. S., (2019), Improvement measures through case analysis of collapse with scaffolding and temporary structures, *Journal of Next-generation Convergence Technology Association*, 3(3), 116-124 (in Korean).
- Lee, H. K., Lee, B. J., Oh, K. C., and Kim, Yun, Y., Y. (2015), Reliability Evaluation for Prediction of Concrete Compressive Strength through Impact Resonance Method and Ultra Pulse Velocity Method, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 19(4), 18-24 (in Korean).
- Kim, J. S., Shin, Y. S., and Kim, K. O. (2006), A Study on the proposal of Strength Presumption Equation of Concrete Using Admixture by Nondestructive Testing, *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, 6(3), 59-66 (in Korean).
- Lee, M. H., and Choi, C. W. (2004), A Study on the Minimum Number of Rebound Number Test and Pulse Velocity Method for Estimating Compressive Strength of Concrete. *Journal of the Korea Concrete Institute*, 16(6), 833-840 (in Korean).
- Hong, S. U., Kim, J. H., Kim, S. H., and Lee, Y. T. (2017), A Study on the Evaluation of Compressive Strength of Concrete Hollow Column Members Using Ultrasonic Pulse Velocity Method, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 37(2), 727-727 (in Korean).
- Saha, A. K., Majhi, S., Sarker, P. K., Mukherjee, A., Siddika, A., Aslani, F., and Zhuge, Y. (2021), Non-destructive prediction of strength of concrete made by lightweight recycled aggregates and nickel slag, *Journal of Building Engineering*, 33, 101614.

7. Hong, S. U., Lee, Y. T., Kim, S. H., and Kim, J. H. (2018), Estimation of Compressive Strength of Reinforced Concrete Vertical and Horizontal Members Using Ultrasonic Pulse Velocity Method, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 22(6), 197-205 (in Korean).
8. Won, J. P., Park, S. K., and Ahn, T. S. (2000), A Study on the Concrete Strength Prediction by Ultrasonic Pulse Velocity Method. *Journal of Civil and Environmental Engineering*, 1, 391-394 (in Korean).
9. Shin, E. S., Lee, J. S., Park, S. H., and Han, S. H. (2014), Compressive Strength Estimation Technique of Underwater Concrete Structures using Both Rebound Hardness and Ultrasonic Pulse Velocity Values, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 18(4), 118-125 (in Korean).
10. Bogas, J. A., Gomes, M. G., and Gomes, A. (2013), Compressive strength evaluation of structural lightweight concrete by non-destructive ultrasonic pulse velocity method, *Ultrasonics*, 53(5), 962-972.
11. Hong, S. U. and Cho, Y. S. (2011), A Study on the Estimation of the Compressive Strength of Concrete Structures using Ultrasonic Pulse Velocity Method and Rebound Hardness Method. *Journal of the Architectural Institute*, 27(1), 19-26 (in Korean).
12. Kim, M. S., Baek, D. I., and Youm, C. S. (2007), A Study on the Strength Prediction of Crushed Sand Concrete by Ultra-sonic Velocity Method, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 11(4), 71-78 (in Korean).
13. KS F 2731 (2023), Testing Method for Velocity of Ultrasonic Pulses to Conclude Compressive Strength of Concrete, *Korean Standard Institute*, Korea.
14. ASTM C597 (2023), Standard Test Method for ultrasonic Pulse Velocity Through Concrete, developed by subcommittee:C09-64, Book of Standards Volume : 04-02, *ASTM*, West Conshohocken, PA, USA.
15. Kim, M. W., Oh, H. S., and Oh, K. C. (2016), Estimating the Compressive strength of High-Strength Concrete Using Surface Rebound Value and Ultrasonic Velocity, *Magazine of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 20(2), 1-9 (in Korean).
16. Qasrawi, H. Y., (2000), Concrete strength by combined nondestructive methods simply and reliably predicted, *Cement and Concrete Research*, 30(5), 739
17. Roh, Y. G. (2001), A Study on Non-Destructive Testing Equation for Estimation of Compressive Strength of Concrete, Dankook University.
18. Oh, C. H. (1987), A study on the Nondestructive Testing by the Ultrasonic Plus Velocity in Re-Mi-Con Manufactured at Seoul. Kyong-gi. Kang-Won Area. *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 3(3), 143-148 (in Korean).
19. KS F 2405 (2022), Test Method for compressive strength of concrete, *Korean Standard Institute*, Korea.

Received : 12/27/2023

Revised : 12/31/2023

Accepted : 01/02/2024

---

**요 지 :** 공동주택의 경우 사람의 실거주 및 코어시험 시 일어나는 분진 및 소음 등으로 인하여 비파괴검사를 진행하기 어려워 공용부 및 지하 주차장에서 매번 점검이 이루어지며, 저가 수주로 인한 콘크리트 면의 실험이 아닌 마감재 위에서 실험을 진행하여 부실점검이 발생할 수밖에 없는 실정이다. 또한 강도 추정을 위한 제안식들은 시험조건과 환경의 차이에 따라 변동폭이 크고, 동일한 측정값을 나타내더라도 제안식마다 그 편차가 커 정확한 강도 추정이 어려워 사용에 어려움을 겪고 있는 실정이다. 이에 공동주택에 주로 사용되는 마감재를 선정하여 마감재를 제거하지 않고 직접 마감재에 비파괴검사법을 활용하여 마감재 종류에 따른 콘크리트 압축강도 비교 평가를 하고자 한다. 마감재 종류에 따른 초음파속도법을 이용한 콘크리트 추정압축강도 신뢰도 평가 결과는 다음과 같다. 초음파속도법을 통해 도출된 추정압축강도와 압축강도의 오차는 21.83%~58.89%로 광범위한 변동폭을 보이며, 추정압축강도에 대한 마감재 유무의 영향은 미비한 것으로 나타났다. 이에 마감재 종류를 더 선정하여 마감재 유무에 따른 초음파속도법 연구가 필요하며 신뢰도를 높일 수 있는 추정기법 연구가 필요하다.

**핵심용어 :** 초음파속도법, 압축강도, 마감재, 콘크리트, 공동주택

---