Journal of The Korea Institute of Building Construction
Vol. 24, No. 1, pp. 109-120 / February, 2024
https://doi.org/10.5345/JKIBC.2024.24.1.109

pISSN 1598-2033
eISSN 2233-5706
www.jkibc.org

Research Paper

공동주택 방수공사 품질관리 방안 마련에 관한 연구

A Study on the Quality Control Plan for Waterproof Construction in Apartment Houses

김광기[1] · 김병일[2]*

Kim, Kwang-Ki[1] · Kim, Byoungil[2]*

[1]General Manager, Research & Development Institute, LOTTE Engineering & Construction, Seooho-Gu, Seoul, 06515, Korea
[2]Associate Professor, School of Architecture, Seoul National University of Science & Technology, Nowon-Gu, Seoul, 01811, Korea

*Corresponding author
Kim, Byoungil
Tel : 82-2-970-6512
E-mail : bikim@seoultech.ac.kr

Received : December 6, 2023
Revised : January 15, 2024
Accepted : January 15, 2024

ABSTRACT

For successful waterproofing construction, it is very important to secure construction quality as well as material performance of waterproofing materials used in construction. Due to the long-term cost reduction policy following the economic downturn in the construction market, most construction companies are using general low-priced waterproof materials rather than high-quality waterproof materials without clear quality control standards. Without clear education on construction, construction is being carried out with meaning only on construction activities. In addition, the waterproofing method applied in combination is a situation where water leakage occurs due to waterproofing failure due to insufficient construction quality because the construction method is complicated. Therefore, it is necessary to review the quality control measures(design, materials, construction) for successful waterproofing work and improve problems that are derived so that stable waterproofing work can be done. In order to expect the leakage prevention effect of a building, first, it is required to select appropriate materials for each part of the building and environment in the design stage, and the selected materials must satisfy all items of the Korean Industrial Standard(KS). Second, to secure the quality of waterproofing construction, sincere construction by workers is required. In this paper, we tried to describe “review of waterproof design”, “constructor education”, “site inspection”, and “criticism(correction/supplementation)” as quality control measures after material selection.

Keywords : waterproof construction, quality control, waterproof design, site inspection, waterproofing materials

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

공동주택의 지하 주차장 최상층 슬래브(1층 바닥)는 방수면적이 가장 넓은 부위로 지하구조물의 쾌적한 실내 공간마련을 위해서 방수공사는 매우 중요하다[1-3]. 방수공사 이후 성공적인 방수효과를 기대하기 위해서는 방수공사에서 사용되는 방수자재의 재료적인 성능뿐만 아니라 방수 시공 품질확보가 매우 중요하다. 최근 건설시장의 경기 하락에 따른 원가절감 정책으로 건설 현장에서는 고품질의 방수 자재보다 일반 저가형의 방수 자재를 뚜렷한 품질 관리기준(또는 시공관리기준) 없이 사용하고 있으며, 방수 시공 또한, 미숙련 외국인 노동자의 건설시장 비중 확대 속에서 방수공사에 대한 명확한 교육(이해) 없이 시공 행위 그 자체에만 한정되어있다[4]. 실제 지하 주차장 최상층 슬래브에 사용되고 있는 아스팔트 계열의 이중

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2024 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

복합방수공법은 일반적인 우레탄 계열의 복합방수공법과는 다르게 별도의 시공관리 포인트가 존재하여 최적의 방수성능을 확보하기 위해서는 자재관리 및 시공 방법에 있어 주의가 요구된다[5,6].

이에 본 논문에서는 방수공사의 시공 품질확보 방안을 마련하고자 현장 시공 점검을 통하여 개선사항을 도출하였으며, 방수하자의 주된 취약부를 선별 및 보완하고자 한다. 또한 현장에서의 방수공사 품질확보 및 후속 공정의 원활한 진행을 위해서 공사감독자중심의 디테일한 현장점검 사항을 정리 및 분석하여 방수공사 체크리스트를 작성함으로써 작업자의 성실시공 유도를 통한 고품질의 안정적인 방수공사가 이루어질 수 있도록 하는데, 본 연구의 목적이 있다.

1.2 연구의 범위

공동주택은 다음 Figure 1과 같이 부위별로 특성에 맞는 다양한 방수공법이 적용되고 있다[7-9]. 본 논문에서는 방수 시공면적이 가장 넓은 “주차장 최상층 슬래브(1층 외부)”를 대상 부위로 선정하여 방수 품질관리 방안을 검토(현장 시공 점검을 통한 취약부 도출 및 개선방안 제시, 감독자 현장체크리스트) 하고자 하였다. 주차장 최상층 슬래브에 적용되는 방수공법은 아스팔트 계열의“이중 복합방수공법”으로 해당 방수공법은 우리나라만 사용하고 있는 방수 기술로 국내 약 5곳에서 생산 및 판매를 하고 있으며, 해당 기술에 요구되는 기술적인 내용은 몇몇 방수생산처의 지원을 받아 정리하였다.

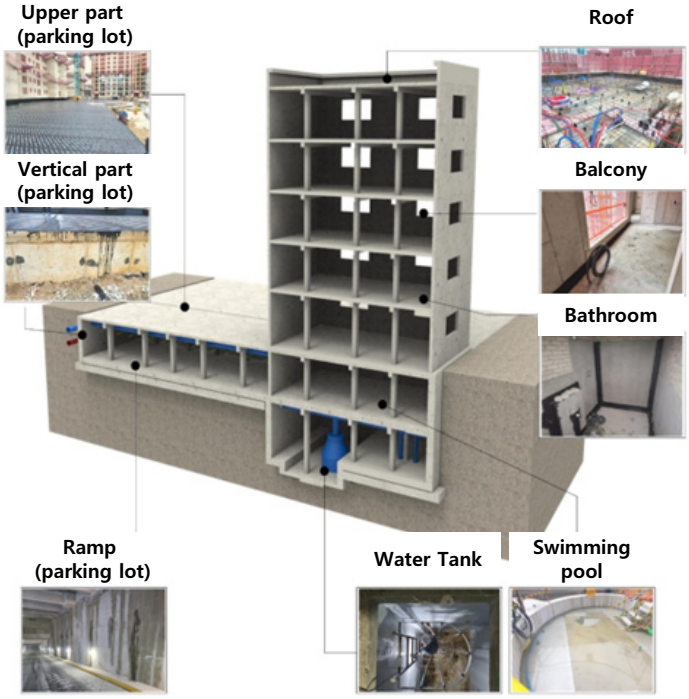


Figure 1. Waterproofing application for apartment house

2. 방수 적용 부위 특성

2.1 주차장 상부 슬래브

주차장 최상층 슬래브는 공동주택에서 가장 넓은 수평 면적으로 1층 바닥은 신축공사 중에 공사장 이동통로로 사용되어 중차량(굴착기, 트럭 등)의 이동이 빈번하며, 중량의 자재(창틀, 시멘트 등)를 임시로 적재해놓아 구조체 또는 누름 콘크리트

의 균열에 취약하다[9]. 주차장 최상층 슬래브의 지상층은 주로 보행로, 조경 구간, 놀이시설물 등으로 활용되며, 지하는 대부분 주차장, 물류보관소, 헬스장 등으로 활용된다. 최근 고가의 차량이 많아져 누수/누유 시 차량의 세차비 등으로 큰 비용이 지출되고 있다[5].

3. 방수 자재의 특성

3.1 방수재자 종류

공동주택 지하 주차장 최상층 슬래브에 적용되는 방수공법은 다음 Table 1과 같이 다양한 방수 기술[10-12]이 적용된다. 방수재료는 도막 방수재, 시트 방수재, 도막과 시트를 결합한 복합방수재로 분류가 되며, 각 방수재를 구성하는 재료로는 우레탄, 유레아, 아스팔트, 개량아스팔트, 합성고분자 등을 사용하여 공법에 적합한 방수재료를 제작하여 방수 기술로 활용되고 있다.

Table 1. Waterproofing materials for underground structure

Type	Material Composition
Membrane waterproofing material	-urethane type
	-unrethane+urea type(spray)
	-asphalt type
Sheet waterproofing material	-improved asphalt type(torch)
	-self-adhesive type
Composite waterproofing materials	-asphalt membrane+improved asphalt sheet
	-urethane membrane+synthetic polymer system
	-urethane membrane+improved asphalt sheet
	-asphalt gel+improved asphlat sheet

3.2 이중복합방수공법의 특성

3.2.1 자재특징

수평용 도막방수재로 주로 사용되는 고무화수지 아스팔트는 아스팔트 컴파운드를 주원료로 한 액상의 아스팔트에 합성고무 및 무기질섬유, 합성수지 등을 혼합하여 만든 유성의 도막방수재이다. 재료 특유의 유연성으로 외기의 온도 변화에도 크게 굳지 않는 제품이어야 한다. 1액형 아스팔트계열의 겔타입 도막방수재로 30kg로 비닐 포장 되어 있다. 보강용 도막방수재로는 수평용 도막재와 같이 1액형 아스팔트계열의 겔타입 도막방수재로서 시공 이후 일반적으로 반경화되는 특성을 가지고 있다. 방수시트는 부직포가 부착된 개량아스팔트시트는 개량아스팔트시트와 보강포로 구성된다. 개량아스팔트시트에 부착된 보강포의 재질은 흡유성이 좋은 폴리에스터 장섬유로서 단위 무게가 80g/m^2 이상이어야 한다. 수직부용 도막방수재는 비노출타입의 우레탄도막방수재이며, 점도가 높아 수직부에서 흘러내림 없이 두께 확보가 용이한 도막방수재이다.

3.2.2 품질관리 규격

수평용도막방수재에 대한 품질기준으로 한국토지주택공사(LH)의 전문시방서(LH 42531)를 기준이 있으나, 다양한 공사현장에서는 업체별로 기준을 달리하여 사용하고 있어 시공품질관리의 한계가 존재한다. 보강용도막은 수평용 도막재와

같은 성능기준을 적용하거나 현장에서 별도의 부속자재로 분류되어 뚜렷한 품질기준 없이 사용되고 있다. 개량아스팔트 시트는 KS F 4917[11] 비노출 복층 방수용 A종 2류의 규정에 적합한 것을 사용하며, 시트 두께는 설계도면에 따른다. 현장별로 시험 전체항목을 만족하지 못하는 자재도 사용되고 있다. 수직부 우레탄은 KS F 3211[10]의 성능기준을 만족하는 비노출 우레탄방수재이며, 수직벽에 시공되므로 점도가 높은 도막방수재이다. Table 2에서는 수평용으로 적용되는 도막방수재의 품질기준에 대한 시험항목(고형분, 회분, 흐름저항성, 내알칼리성, 내열성, 저온굴곡성)에 대한 품질기준에 관하여 정리한 자료이다.

Table 2. Quality control of membrane waterproofing material(horizontal use)

Test type	Unit	Quality Criteria (membrane)	Note
Solid content	%	weight ratio ≧ 70	LH specification42531
Ash	%	15 ≦ weight ratio ≦ 30	
Flow resistance	mm	All three sheets shall have flow length of less than 3mm and no wrinkles, etc	
Alkaline resistance	-	no visual defect	
Heat resistance(60℃)	-	no visual defect	
Low-temperature flexibility(-15℃)	-	no visual defect	

3.2.3 시공 상세

이중복합방수공법은 시공방법에 있어 총 6가지 자재[프라이머(수직:우레탄계, 수평:아스팔트계), 수평용 도막, 보강용도막, 수직부도막, 부직포, 우레탄 실란트]를 사용하여 방수공사를 한다. 이중복합방수 자재를 생산하고 취급하는 업체별로 공법의 시공방법과 자재 특성은 일반적으로 유사하다. 코너부, 일반부에 대한 대표적인 시공상세는 다음 Figure 2 및 Figure 3과 같다. 이중 복합방수공법의 코너부는 다음 Figure 2와 같이 서로 다른 자재가 연결되므로 연결부위에 보강포(w:150mm) 시공이 요구되며, 코너부 방수 안정성 확보를 위해 수평부 약 200mm까지 연장하여 시공한다. 이중 복합방수공법의 일반부는 Figure 3과 같이 시트 간 겹침으로 약 100mm가 확보되어야 하며, 겹침부 상단에 보강용 도막 방수재(폭 50mm, 두께 2mm 이상)로 시공되어야 한다.

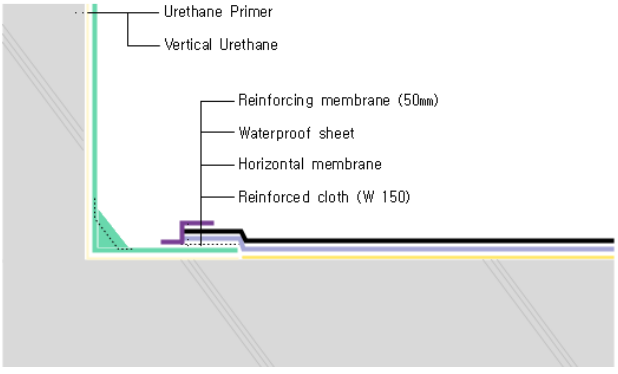


Figure 2. Details of waterproof construction in corner area

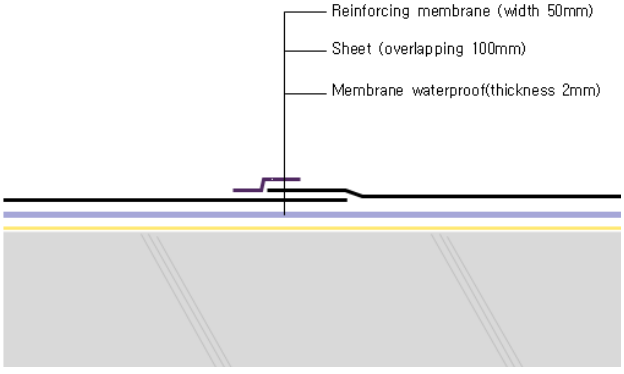


Figure 3. Details of waterproof construction in normal area

4. 방수공사 시공 품질관리 방안

4.1 개요

방수공사 이후 건축물의 누수 예방 효과를 기대하기 위해서는 첫째, 설계단계에서 건축물의 부위별, 환경별로 적정한 자재 선정이 요구되며, 선정된 자재는 한국산업표준(KS)을 전 항목 만족하여야 한다. 둘째는 방수 시 공 품질확보로 공사시방서에 의한 표준화된 자재 사용과 작업자들의 성실 시공이 요구된다. 본 논문에서는 자재 선정 이후의 품질관리 방안으로 "방수시공자 교육", "현장점검", "강평(수정/보완)", "공사감독자 현장 품질 체크"에 대해 기술하고자 하였다.

4.2 품질관리 방안

4.2.1 시공자 교육

방수 시공에 앞서, Figure 4와 같이 건설사 공사관계자(공사팀장 등)와 작업자(방수공사 책임 포함) 등이 현장 회의실에 모여 당일 방수시공 내용에 대해 공정별로 설명하며, 취약부(코너부, 관통 파이프, 방수연결부 등) 처리 방안 등을 논의한다. 당일 방수 시공 시간, 날씨, 온도 등에 따른 당일 방수 시공 가능 면적 등을 산정한다. 또한, 방수 시공이 이루어지는 유사 방수 기술에 대해 방수 시공 불량 등의 사례 중심으로 설명하며, 작업자들이 이해하기 쉽도록 설명한다.

(a) Waterproof construction worker training

(b) Gathering opinions from construction officials

Figure 4. Waterproof construction training

4.2.2 현장점검

방수 시공 전 바탕면의 컨디션 확보는 매우 중요하다. 실제 방수 현장점검을 통해 바탕을 두면 상태를 점검하였으며, 주된 부적합 사항은 다음 Table 3과 같다. 바탕면 처리 개선에 관한 내용으로 1층 바닥 코너부, 아웃 코너부 면처리, 바탕면 철근 노출 및 바탕면 건조에 관한 부적합 조건에 대한 개선사항을 현장점검을 통한 개선안을 제시하였다. 수평부 방수시공은 이중복합방수공법 수평부에서 방수시공시 주된 부적합 내용은 다음 Table 4와 같다. 수평부 방수 시공 개선내용으로 방수 시트 겹침부 시공 미흡, 바탕면 균열 보강부 프라이머 시공 미흡, 수평용 도막 방수재 시공 두께 미달, 방수 시트 겹침부 보강 도막 시공 미흡, 방수 시트 겹침부 보강 도막 파단, 도막 방수재 수평 밀대형태 기준 미달에 관하여 개선안을 제시하였다. Table 5에서는 수직부 방수 시공 과정에서 발생한 부적합 사항에 관하여 정리하였다. 수직부 도막 방수재 흘러내림, 벽체 관통 부위 처리 미흡, 벽체 방수시트 겹침부(연결부) 시공 미흡, 벽체 방수층에 못 시공으로 인한 부적합에 관한 개선사항을 제시하였다.

Table 3. Background processing before waterproof construction

Content	Photo	Content	Photo
Construction of waterproof mortar on the bottom corner of the 1st floor ☞ Improvement: Corner part construction with urethane sealant		Rebar exposure ☞ improvement: cutting to prevent exposure of rebars	
Insufficient background treatment at the outer corner ☞ Improvement: at least 30mm		Insufficient drying of the background (measured surface function rate 9.6%) ☞ Improvement: Less than 8%	

Table 4. Improvement for horizontal part waterproof construction

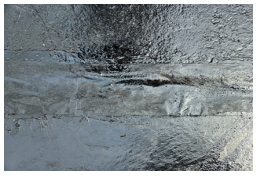
Content	Photo	Content	Photo
Insufficient waterproof sheet overlap construction(lack gap) ☞ Improvement: Observe 100mm overlap interval		Insufficient construction of reinforcement coating film of overlapping waterproof sheet ☞ Improvement: Fill overlapping areas with reinforcing seals	
Construction of primers on the background crack reinforcement area (non-woven finish) ☞ Improvement: Do not construct primers		Waterproof sheet overlap reinforcement film break ☞ Improvement: Apply overlapping parts as reinforcement	
Construction thickness of waterproof material for horizontal coating is not sufficient ☞ Improvement: Observe the thickness of the coating film 2mm		Coating waterproofing material does not meet the standard for horizontal push bar type ☞ Improvements: Thread height 7mm	

Table 5. Improvement for vertical part waterproof construction

Content	Photo	Content	Photo
Waterproofing of vertical coating film ☞ Improvements: Do not flow down		Insufficient wall waterproof sheet overlap(connection) construction ☞ Improvement: Reinforcing overlapping with coating film	
Insufficient handling of wall penetration (waterproof layer sagging) ☞ Improvement: Homogeneous construction of coating materials around the penetration part		Nail construction on the wall waterproof layer ☞ Improvement: Removal of hardware (nails)	

4.2.3 강평

방수 시공일에 맞춰 현장 점검을 실하며, 시공과정에서 발생한 방수 시공품질의 미흡 및 우수사례 등을 착안 및 기록하여 점검 후 보고용으로 PPT작업하여 Figure 5와 같이 현장소장이하 관련자들에게 공사내용을 전달하며, 미흡된 부위가 추후 보완되어 재확인될 수 있도록 책임 관리한다.

(a) Construction official's comment

(b) Coordination of construction contents

Figure 5. Waterproof Construction training

4.2.4 방수 관리자 현장 품질관리(체크리스트 작성)

방수공사는 현장에서 공사를 진행하는 실무자의 숙련도에 크게 영향을 받기 때문에 시공 과정에서 발생하는 부적합 혹은 미흡한 사항에 관하여 단계별 체크리스트 작성하는 과정은 방수 성능 확보에 있어 매우 중요하다. 방수 시공품질 확보를 위해 공사감독자는 방수 시공 전, 중, 후 단계에서 현장 시공 가능 여부를 확인하여야 한다. 이러한 현장체크를 통해 미비 혹은 불량 작업을 시정조치를 할 수 있어 적극적인 현장 품질 관리를 통한 작업자들의 성실 시공을 유도할 수 있다. Table 6에서는 방수 공사 감리를 위한 실무 체크리스트에 관하여 분석 및 종합 정리하였다. 방수 공정, 현장명, 시공 공정 및 시공사에 관한 일차적인 정보를 바탕으로 확인자(현장대리인, 감리자) 및 검사 일자에 관한 내용을 명시한 후 시공 공정별(바탕상태점검, 자재점검, 시공 시 점검, 시공 후 점검, 현장 품질 검증)에 관한 대분류를 통해 현장체크포인트를 구체적으로 기술하였다. 현장에서 확인하여야 할 부분에 관하여 점검상태 과정을 거친 후 현장조치 방법을 제시하여 방수 공사 개선 후 상태를 확인하도록 하였다.

바탕 상태 점검과정에서는 물매, 바탕면의 물고임 및 평탄여부, 바탕면의 건조상태, 취약부(균열), 바탕면 이물질(레이턴스, 부스러기, 기름 및 흙), 돌기물(철근, 철사), 모서리부, 드레인부, 코너부에 관한 현장체크포인트를 분류한 후 각각의 조건에 대한 조치방법을 제시하였다. 방수 자재 점검과정에서는 방수 자재의 납품용과 현장 반입용에 관한 품질시험성적서, 산출물량에 맞는 납품 여부, 보관 및 관리 상태, 방수 작업자의 인력배치 및 작업내용의 숙지 여부에 관한 현장체크포인트 및 조치 방법을 제시하였다. 시공 시 점검과정에서는 방수 공사 전 사용되는 프라이머 시공에 관한 현장 확인 사항, 도막(씰)재를 사용할 때 수직 및 수평부 도막두께, 경화 여부, 시공 범위, 취약부에 대한 상세 시공 확인 및 조치 방법에 관하여 제시하며, 시공 후 점검과정에서는 취약부의 일체화 시공 여부, 시공 시 도막층과 시트재의 밀착을 통한 일체화 시공 여부, 겹침부 시공 내용, 시트 간 겹침부(폭방향, 종방향) 길이 준수 여부, 코너부 시공 후 보강용 도막재 시공 여부, 시공 후 시트의 상태(접힘, 굴곡, 찢김), 방수 시트의 직선 시공, 취약부 밀실 시공 여부, 보호재 시공상태에 관한 현장 확인 사항 및 조치 방법을 제시하였다. 시공 후 현장에서의 품질을 검증과정에서는 필요시 부착강도 측정을 하거나 담수 시험을 통해 최종 방수 공사 현장 품질을 검증할 수 있겠다.

Table 6. Waterproofing construction supervision checklist

Type	Site / Construction process / Constructor	Check	Name	Inspection date
Composite waterproof	Construction site : ○○○○ site Construction process : ○○○○ composite waterproof Constructor : ○○○	Field agent	○○○	○○○○/○○/○○
		Supervision	○○○	

Construction process	Field check point	Current status[a)]	Status after action[a)]	Solution[b)]
Background Condition Check	Is the pitch well constructed towards the drain?			Use a leveler to check the pitch
	Is there any place where the surface that you want to waterproof is flat and there is watering?			Re-construction of the background pitch after removing water
	Check the dryness of the background (8% or less based on standard) ※Must be verified(approved) by the supervisor ※Moisture rate measuring device			Dry the surface to show less than 8%
	Are vulnerable areas(cracks, CJ, etc.) identified and repaired appropriately?			Order of reinforcement of vulnerable parts ① V cutting(15mm×15mm) after dust removal ② Primer ③ Reinforced coating film(100mm)+ nonwoven fabric(100mm)+ reinforced coating film
	Are there any foreign substances such as laitance, cement crumbs, oil, and soil on the background?			Arrange the background with cloth, broom, etc
	Are there no unnecessary bumps(rebar/wire)?			Reinforcing surface after cutting rebar with a grinder(Specification)
	Is the corner a small mower(slope or round surface)?			About 30mm surface grinding with a grinder
	Are there any installations around the drain that impede smooth drainage?			Installation movement
	Is the corner part made of urethane sealant and glass fiber with flat surface(25mm×25mm)? ※ Do not use mortar			Fiber center material: 100mm Flat surface: about 25mm×25mm
Material Inspection	Have you reviewed the quality test report for the delivery and on-site use of waterproof materials and checked the suitability? ※ Check the performance of waterproof materials			Test evaluation by sealing the field samples and comparing the test values with the presented test report
	Are the materials brought in(delivery) according to the output? ※ Main materials, subsidiary materials, etc			Check the quantity of materials used
	Is the condition of waterproof material storage and management good? [Sheet materials(standing up), preventing the membrane material from getting strong solar radiation quantity]			Measures are taken according to the method of storage of sheet and membrane materials, and materials that have been deteriorated(deformed) need to be replaced
	Is the thread height of the squeeze appropriate? ※ membrane(2mm) ☞ thread height(7mm)			Use a pushbar to match the design thickness
	Are you familiar with the allocation of personnel and work of waterproof workers? [The contractor(waterproof manager) and all the workers on the day are familiar with the waterproof work]			Familiarize yourself with the construction details

Table 6. Waterproofing construction supervision checklist(contiuned)

Construction process		Field check point	Current status[a)]	Status after action[a)]	Solution[b)]
Construction Inspection	Primer	Are both horizontal and vertical parts evenly applied in accordance with the waterproof plan(area)?			Additional application of insufficient areas
		Is the proper condition of the primer secured after application? [Without more than 8 hours after application, waterproof construction when it's not on your hands]			If the primer is covered with foreign substances during curing, re-construction of the primer
		Is the primer applied to the construction range(area) you want to construct per day?			Additional application of insufficient areas
	Membrane (seal)	Is the thickness of the membrane(seal) constructed on the horizontal part appropriate? ※ Check with bar(approximately 2mm based on the thickness of the film)			Fill the insufficient area of the membrane reinforcement
		Has it been checked that there is an appropriate thickness and flow down of the membrane material (urethane coating or seal) in the vertical part? ※ Specification Design Standards Reference			Reinforcement of coating materials to secure coating thickness/reconstruction of some parts that flow down
		Check whether the vertical coating material is cured or not(check after 24 hours)			Construction of re-applying after removing the entire defective area in case of poor hardening
		Is the coating material(seal) applied in accordance with the construction range(area) that you want to construct per day?			Additional application of insufficient areas
		Is it precisely applied to protrusions, penetration pipes, and around drains? ※ Check with the details of vulnerable areas as important checkpoints			Reinforcement measures in accordance with the specifications
		Ensure that the membrane material(seal) contains unapproved additives			When mixing additives, some areas are disposed of and re-constructed
	Sheet	Are the coating films and sheets integrated in the concave corners, around the drains, around the pipes, and at the ALC and PC panel cross-sectional joints?			Reinforcement measures in accordance with the specifications
		Does the membrane layer and the sheet material act in close contact so that they can be integrated? ※ Excessive adhesion work can reduce the thickness of the membrane layer and push the membrane material to one side			Re-attached construction by hand only in the areas where the final construction is insufficient
		To check if they are constructed in a staggered manner to avoid overlapping three or four sides? ※ Important checkpoint			When overlapping 3 to 4 sides, some sheets are removed and reconstructed
		Ensure compliance with 100mm overlap(width direction, longitudinal direction) between waterproof sheets?			Check with a bar, and if the overlap width is insufficient, re-construction of the waterproof sheet during the error construction section?
		The seal shall be reinforced with a width of 50mm or more and a thickness of about 3mm or more by reinforcing the overlapping part(width direction) between waterproof sheets. ※ Important checkpoint			Check with a bar, and if the overlap width is insufficient, re-construction of the waterproof sheet during the error construction section?
		After constructing the horizontal waterproof sheet, did the reinforcing coating material be constructed at the corner?			Reinforcement measures in accordance with the specifications
		Are there any folds/bends or tears on the sheets?			Reinforcement of folds and tears parts

Table 6. Waterproofing construction supervision checklist(contiuned)

Construction process		Field check point	Current status[a)]	Status after action[a)]	Solution[b)]
Inspection after Construction	Composite waterproofing	Is the waterproof sheet being constructed in a straight line? ※ 100mm width is secured when waterproof sheet is constructed in a straight line			Overlapping 100mm unsecured Section re-construction
		Is there any damage(tearing, perforation, etc.) to the surface of the sheet or the joint after the completion of the waterproof construction?			Reinforcement with seal+sheet for perforated part
		What is the cleaning and finishing condition after the construction work is completed?			Background check
		Are vulnerable areas(joint, drain, penetration, corner, raised lip, etc.) sealed?			Reinforcement measures in accordance with the specifications
		Ensure that there are no wrinkles or breaks in the reinforcing coating material at the overlapping part of the waterproof sheet ※ In the case of low viscosity coating materials, the reinforcement coating layer is broken			Stretch out wrinkles, and construct seal reinforcement for broken areas with press down
		Is the protective material well constructed after waterproofing?			-Floor: PE film construction (overlapping 100mm) -Wall: PE foam 20mm(overlapping 100mm)
		Check the quantity of waterproof materials used on site ※ Check(quantity) is essential when taking materials out			Check the surplus materials taken out compared to the design volume
Field Quality Verification	Measurement of adhesion strength between the base surface and the waterproof layer, if necessary ※ Cooperation matters for waterproofing construction				Remove and re-construction only for areas under attachment strength
	Conducting fresh water tests				Check fresh water height of at least 50mm, 48 hours (Reconstruction if leaky, and re-watering test is conducted thereafter)
Other matters	-Recording of special matters that occur during field supervision -Submission of Checklist Construction after completion of waterproofing work				

a) Indication of inspection status(appropriation) and post-action status: ○(good), △(re-inspection), ×(bad)
b) Action: Describes how to take action in case of abnormalities

5. 결 론

지하 주차장 최상층 슬래브의 방수공사 특성과 시공 품질확보 방안을 현장검점 체크리스트를 작성하여 제시하였다. 대상 부위에 적용되는 이중 복합방수공법은 도막과 시트를 각각 시공하는 복합방수공법으로 방수 시공에 있어 요구되는 사항(시공방법, 시공디테일 등)이 다양하다. 방수 시공 품질을 확보하기 위해서는 다음과 같이 세 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 방수 시공 전에 시공자(인부)에 대한 교육이 필요하다. 시공자들은 기초교육을 통해 해당 방수공법의 시공디테일, 일일 작업 면적, 하자 사례 등을 사전에 확인하여 방수공법 및 시공의 이해도를 높여야 한다.

둘째, 방수 시공 현장점검을 통해 확인된 주된 방수 시공 미흡 부위를 도출하고 이를 보완하는 개선방안을 제시하였다. 방

수 점검을 통해 도출된 방수 시공 주요 미흡 부위로는 바탕 정리 과정에서 켄트 처리 미흡, 철근 돌출, 바탕면 함수율 초과, 단차부위 면처리 미흡을 확인하여야 한다. 수평부 방수 시공에서는 시트 겹침 간격 불량, 겹침 보강재 미흡, 도막재 두께 미달로 인한 품질 저하 부분을 확인하여야 한다. 수직부 시공에서는 도막재 흘러내림, 관통 파이프 주변 시공 미흡, 시트 겹침부 도막재 보강 미흡사항에 관하여 확인 및 개선과정을 통해 품질확보를 하여야 한다.

셋째로 복합방수공법 시공에 있어 방수감독자가 방수 시공에 대한 컨디션을 한 번에 확인할 수 있는 체크리스트를 작성하여 누구나 손쉽게 이해하고 현장에서 방수공정별로 방수 시공 적합 유무를 확인하여 방수작업자들의 잘못된 방수 시공 행위를 보완 조치할 수 있어 성실 시공을 유도할 수 있다. 이처럼, 방수공사를 통한 누수 하자 예방 효과를 기대하기 위해서는 방수자재의 성능은 물론 건설 현장에서 방수공사 시공 품질을 확보할 수 있는 시공 중점사항관리체계 구축이 무엇보다 중요할 것으로 판단된다.

요 약

성공적인 방수 시공을 위해서는 건축에 사용되는 방수재료의 재질적 성능뿐만 아니라 시공 품질을 확보하는 것이 매우 중요하다. 건설경기 침체에 따른 장기적인 원가절감 정책으로 인해 대부분의 건설사에서는 명확한 품질관리 기준이 없는 고급 방수 자재보다는 일반 저가의 방수 자재를 사용하고 있으며, 건설에 대한 명확한 교육 없이 건설 활동에만 의미를 두고 건설을 진행하고 있다. 또한, 복합적으로 적용되는 방수공법은 시공공법이 복잡하여 시공 품질이 부족하고 방수 불량으로 누수가 발생하는 상황에 놓여있으며, 성공적인 방수공사를 위해서는 품질관리 방안(설계, 자재, 시공)을 검토하고, 파생되는 문제점을 개선하여 안정적인 방수공사가 이루어질 수 있도록 하는 것이 필요하다. 건축물의 누수방지 효과를 기대하기 위해서는 먼저 설계단계에서 건축물의 각 부분과 환경에 적합한 자재를 선정하여야 하며, 선정된 자재는 한국산업규격(KS)의 모든 항목을 만족하여야 한다. 둘째, 방수시고의 품질을 확보하기 위해서는 작업자의 성실한 시공이 요구된다. 본 논문에서는 자재 선정 후 품질관리 대책으로 “방수 설계 검토”, “시공자 교육”, “현장실사”, “비평(수정/보완)”에관한 현장점검 체크리스트를 제시하여 현장에서 안전 및 고품질의 방수공사확보를 위한 개선방안을 제시하였습니다.

키워드 : 방수시공, 품질관리, 방수설계, 현장점검, 방수재료

Funding

Not applicable

Acknowledgement

This study was financially supported by the Seoul National University of Science & Technology.

ORCID

Kwang-Ki Kim, https://orcid.org/0009-0008-0012-5010
Byoungil Kim, https://orcid.org/0000-0001-8106-4265

References

1. Kim SY, Lee JH, Song JY, Kim BI, Oh SK. Evaluation of chemical resistance performance of synthetic rubber and cement based injection repair materials used in underground concrete structures. Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection. 2017 Sep;21(5):148-55. https://doi.org/10.11112/jksmi.2017.21.5.148
2. Song JY, Oh KH, Kim BI. Oh SK. Performance evaluation of waterproofing membrane systems subject to the concrete joint load behavior of below-grade concrete structures. Applied Sciences. 2017 Nov;7(11):1147. https://doi.org/10.3390/app7111147
3. Kim SY, Yoo JY, Oh SK. A study on the performance evaluation of water(wash out) resistance of 5-type repair materials in water leakage of underground concrete structures. Journal of Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection. 2020 Sep;24(5):61-8.
4. Kim MJ, Lee SW, Kim SY, Oh SK. Constructional verification evaluation for securing the field quality of composite membrane waterproofing material. Proceedings of the Korea Institute of Building Construction. 2021 May 19-21; Jeju, Korea. Seoul (Korea): the Korea Institute of Building Construction; 2021. p. 87-9.
5. Park JS, Kim DB, Park WG., Kim BI, Oh SK. Development of oil leakage stability evaluation for composite waterproofing methods using asphalt mastic and modified asphalt sheet in concrete structure. Journal of Korea Institute of Building Construction. 2019 Feb;19(1):19-29. https://doi.org/10.5345/JKIBC.2019.19.1.019
6. Lee JH, Song JY, Oh SK. Leakage situation and main leakage areas of domesti residential building underground parking lots. Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute. 2019 Dec;4(4):496-503. https://doi.org/10.14190/JRCR.2016.4.4.496
7. Gawk KS, Ma SJ, Choi SM, Oh SK. Property analysis of waterproofing and corrosion-resistant performance in concrete water supply facilities. Journal of the Korea Recycled Construction Resources Institute. 2015;3(2):112-31.
8. Han YJ, Oh KH, Kim SR, Kim BI, Oh SK. Consumer awareness analysis of residential building underground structure leakage prevention measurements. Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute. 2016 Dec;4(4):379-87. https://doi.org/10.14190/JRCR.2016.4.4.379
9. Lee JH, Choi EK, Song JY, Kim SR, Oh SK. Applicability of composite polyurea method considering the required performance in underground parking lot upper slab. Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute. 2019 Sep;7(3):243-54. https://doi.org/10.14190/JRCR.2019.7.3.243
10. KS F 3211. Waterproofing membrane coating for construction. Seoul (Korea): Korean Agency for Technology and Standards; 2021. 1-17 p.
11. KS F 4917. Polymer-modified bitumen waterproofing sheet. Seoul (Korea): Korean Agency for Technology and Standards; 2022. 1-14 p.
12. KS F 4934. Self-adhesive rubberized asphalt sheet. Seoul (Korea): Korean Agency for Technology and Standards; 2017. 1-13 p.