

집합주거단지에서 건강환경 조성을 위한 주거동의 배치유형이 통풍계획에 미치는 영향 분석

The Effect of Layout Type of the Housing on Wind Flow Planning for Healthy Environment in Multi-Family Housing

조 철 희* 이 특 구**
Cho, Cheul-Hee Lee, Teuk-Koo

Abstract

The purpose of this study is to analyze the wind velocity ratio in respect of layout types of housing in multi-family housing. The wind velocity ratio is a difference of wind velocity between on the leeward and on the windward side of multi-family housing. The layout types of housing are grid layout pattern of linear type, mixture pattern of Linear type + tower type and layout pattern Item of tower type. The planning of wind flow is an induced technique to increase in wind velocity in the city and multi-family housing. This study investigates wind velocity ratio into layout types of housing. consequently, analysis were basic design data for the the planning technique of wind flow suggested.

키워드 : 배치유형, 필로티, 통풍계획, 풍속비, 전산유체역학

Keywords : Layout type of housing, Pilotis, Planning of wind flow, Wind velocity ratio, CFD

1. 서 론

1.1 연구의 배경과 목적

오늘날 도시개발의 주된 목표는 개발밀도에 치중하여 도시환경의 질적 향상보다는 도시의 성장이나 발전에 두고 있다. 도시화 추세에 따른 인구의 집중화로 인하여 대도시의 주거문제 해결은 양적 부족을 충족시키는데 급급하였고, 그 부족의 양상 또한 급박한 상황의 연속으로써 환경의 질을 고려하면서 주거환경의 문제를 여유와 논리를 가지고 해결할 수 있는 여건을 갖추지 못하였다. 도시의 성장이나 발전에 근거하는 고밀·고층화의 주거단지는 도시미기후의 반영 부족과 관상형 위주의 폐쇄적인 격자 주동배치를 통해 건설되고 있다. 이로 인하여 풍속이 감소하고 오염된 공기가 단지내에 머물게 됨으로서 단지환경이 악화되어 도시민의 건강에 직접적으로 영향을 미치고 있다.

기존의 도시개발을 반성하는 새로운 도시조성의 움직임이 시작되어 ‘인간과 환경이 공생(共生)하는 도시인 환경친화형 도시, 즉 지속가능한 도시조성이 인류의 중요 관심사로 부각되고 있다. 지속가능한 도시개

발의 개념은 도시·건축계획에 있어서 새로운 패러다임으로 대두되고 있으며, 그중 하나가 통풍계획이다. 통풍계획이란 대기환경 악화로 인한 도시기후의 변화로 도시내의 기온상승과 풍속의 감소로 도시민의 건강에 영향을 미치는데, 이를 해소하기 위한 방법으로 풍속을 증가시켜 원활한 통풍이 가능하게 하는 계획적 방법을 말한다. 주거단지에 있어서 통풍계획을 통한 풍속의 증가는 대기오염물질의 농도를 저감시키는데 가장 효과적인 요인이다. 따라서 주거단지의 건강환경조성을 위한 통풍계획은 단지의 외부공간 뿐만 아니라 실내공기의 환기측면에서도 유효하다.

주거동의 배치유형과 관련된 통풍계획의 선행연구로서 첫번째 연구는 주거단지에서 주동형태를 대상으로 자연통풍계획의 성능을 분석하여 에너지 절약을 위한 방향제시에 관한 연구¹⁾이다. 두번째 연구는 주거단지를 대상으로 배치형태에 따른 풍속의 분포를 현장실측을 통해 자연통풍에 적용할 수 있는 공동주택 배치상의 자연통풍계획을 제시하는 연구²⁾이다. 그러나 선행연구에서의 문제점으로 주동형태별 또는 기존의 단지

* 정회원, 서울시립대학교 대학원 박사과정

** 회장, 서울시립대학교 건축학과 교수, 공학박사

1) 나수연 외1, 공동주택의 자연통풍 계획에 관한 연구, 대한건축학회논문집 제19-1호, 1999.

2) 조균형 외1, 자연통풍 활용을 위한 공동주택 배치형태에 따른 풍속분포에 관한 연구, 대한건축학회논문집 제6-12호, 2000.

를 대상으로 한 자연통풍계획 분석시 동일조건이 아닌 상태에서 비교분석할 경우 통풍계획에 미치는 영향변수를 파악하는 것은 어려운 분석작업이다. 이와 관련하여 본 논문에서는 통풍계획의 시뮬레이션 통제조건을 전제로 풍속비를 분석하였다.

본 논문은 주거단지에서 통풍계획과 관련된 주거동의 배치유형에 따른 풍속비 분석을 통해 통풍계획에 효과적인 배치유형을 파악하여 주거단지에서 통풍계획의 실천적 계획기법을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

주거단지에서 일조, 조망, 통풍은 주거환경의 중요요소이다. 본 연구는 주거환경요소중 통풍요소를 건강과 관련시켜 진행하고자 한다. 주거단지에서 통풍요소는 풍속의 증가에 따른 통풍량의 증대로서, 대기오염농도의 감소에 따라 거주자의 건강영향을 최소화시키는데 그 의미가 있다. 통풍계획을 위한 주거동의 배치유형은 현재 단지계획에서 적용되는 대표적인 4가지 유형으로, 주동형태 및 배치패턴에 따라 구분하였다.

궁극적으로 본 연구는 주거단지에서 통풍계획과 관련된 주거동의 배치유형에 따른 풍속비³⁾ 분석을 통해 통풍계획의 특성과 계획기법을 제시하는 것이다. 분석기법은 주거동의 4가지 배치유형을 대상으로 한 CFD 시뮬레이션을 기본으로 하고 있다. CFD 시뮬레이션은 4가지 배치유형별 단지배치도의 주동을 3D 모델링 한 후 단지내에 그리드 패턴에 의한 동일간격의 풍속계측점을 설치하여 측정된 평균풍속을 이용해 풍속비 분석을 하는 것이다.

2. 도시기후와 통풍계획상의 계획요소 고찰

2.1 도시기후와 도시열섬

인간은 인체의 내적요소와 다양한 환경요소의 균형유지에 의해서 건강한 생활을 영위할 수 있다. 인류생활의 기본이 되는 주거는 기후의 영향을 최대한 반영하여 적응하는 양식으로 나타나며, 기후에 알맞게 가옥구조를 만들고 인공적인 열조절로서 쾌적한 생활환경을 만들면서 살아온 것이다.

대도시의 도심지나 과밀지역은 건축물과 도로 기타 인위적인 구조물로 인하여 저밀도의 주변환경과는 다른 지형적·공간적인 특성 때문에 도시 특유의 기후를 형성하게 된다.(표 1)

3) 풍속비란 「단지내의 풍속 / 단지로 불어오는 풍속」 차에 따른 비율로서, 이는 지역적 특성을 이용한 배치계획 여부, 아파트 단지의 주동형태나 배치패턴, 필로티 설치 유무, 건폐율과 용적율, 필로티율, 차폐율 등에 따라 다르게 나타난다. 예로서 풍속 2m/sec로 바람이 불때 단지내 계측점에서 1m/sec로의 풍속이 측정되면 이때의 풍속비는 0.5이다. 따라서 풍속비가 높아질수록 통풍율은 증가하게 된다.

표 1. 도시화로 인한 기후변화

기후요소	변 수	주변지역과의 차이
복 사	수평면 일사량	- 0 ~ - 20%
기 온	연 평 균	+ 0.5 ~ + 0.8℃
풍 속	연 평 균	- 20 ~ - 30%

도시에는 도시적 기후조건에 따라 그 도시공간만이 갖는 독특한 기후현상이 존재하는데, 그 특성을 ‘도시기후’라고 한다.⁴⁾ 도시기후의 형성은 도시내부에서 배출된 대기오염물질을 도심지에 정체시키는데, 그 대표적인 현상이 도시내의 기온상승과 풍속의 감소이다.

도시미기후의 변화에 따라 도시 거주자의 주거공간에서 나타나는 도시열섬, 바람길 차단, 에너지 과다소비, 대기오염 증가, 통풍율의 감소 등을 최소화하기 위해 도시·건축계획 과정에 기후요소를 도입하는 기상특성을 고려한 도시 및 건축계획에 특별한 관심을 두고 있다.

20세기 중반 이후 산업화와 도시화⁵⁾가 급속히 진행되면서 주거·상업·공공시설 등에 대한 토지이용의 비율을 확대시킨 반면, 도시지역의 녹지면적은 지속적으로 감소시켜 왔다. 도시지역의 경우 인구의 집중과 토지이용의 집약화로 인하여 인공열과 대기오염물질의 증가로 인하여 도시 상공의 기온이 도시 주변보다 높아지는 현상이 발생하여 도시의 전반적인 기후현상을 변화시켰다. 이러한 현상은 도시거주자에게 신체적·정신적 불쾌감을 유발시키는 요인의 하나로 작용하고 있다.

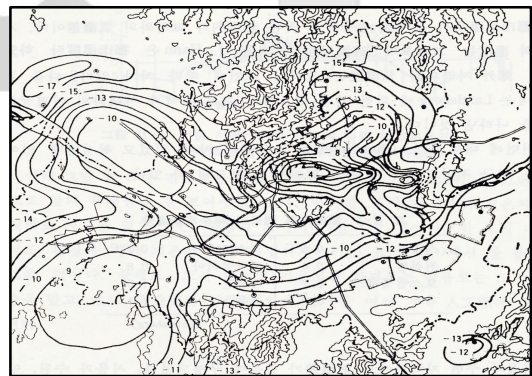


그림 1. 서울의 도시열섬 평균분포(1983.1.22)
출처 : 김연옥, 기후학개론, 정익사, p.371, 2001.
주기 : 등고선의 간격은 100m이고 등온선의 단위는 °임.

이에 따라 도심지에서의 평균온도가 상승하여 왔으며, 앞으로 도시규모가 확장될수록 더욱 집약적인 현상으로 나타날 것이다.(그림 1) 서울시 전지역에 설치된 23개 자동기상관측소에서 측정된 1시간 수평온도변화를 통해 도시기후 변화를 분석한 결과, 과거 10년

4) 서용철, 건축과 도시기후, 대한건축학회지 9401호, p.60, 1994.
5) 국내의 도시화 추세

연 도	1930	1945	1960	1970	1980	1990	2000
도시화율(%)	9.2	23.9	37.2	50.2	69.4	82.7	87.8

(1988년~1997년)간의 평균기온이 12.6℃에 비해 1998년과 1999년의 연평균 온도는 각각 13.9℃, 13.3℃를 기록하여 평균적으로 약 1.3℃ 정도 상승한 것으로 보고되었다.⁶⁾

따라서 과밀한 도시지역과 저밀도인 농촌지역간의 기온차는 지역에 따라 약 4~5℃ 이상 차이가 나는데, 특히 기온차가 심하게 나는 경계를 ‘클리프’라고 한다. (그림 2) 도시열섬강도는 클리프 경계점에서 급격히 증가하는데, 그 경계점이 발생하는 도시의 인구기준은 보통 20만~30만명 전후이다. 이 때 도심지의 기온이 주변지역보다 상승하여 도심부의 온도분포도가 섬모양처럼 형성되는데, 이러한 현상을 도시열섬(Urban Heat Island)이라고 한다.

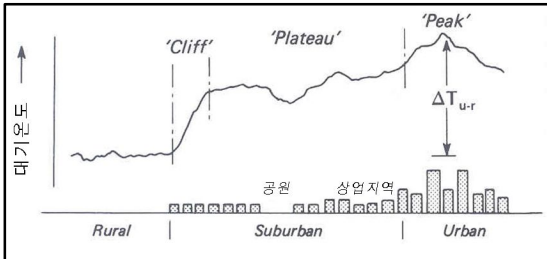


그림 2. 도시화에 따른 지역별 온도변화 내용
출처 : 성현찬, 도시녹화와 생태적 녹화수법, 대한건축학회지 9712호, p.56, 1997.

도시열섬은 도시지표면의 인위적인 변화로 인한 미기후적인 변화의 총체적인 결과를 반영한 것이다. 따라서 도시열섬은 풍속이 감소되었을 때 나타남으로 풍속증가를 위한 통풍계획은 중요한 의미를 갖는다.

2.2 도시의 대기오염과 건강영향

세계보건기구의 정의에 의하면 “대기오염이란 외기의 대기 중에 분진, 가스, 가스상 물질 등 유해물질이 혼입되어 그 양, 질, 농도, 지속시간이 상호작용하여 다수의 지역주민에게 불쾌감을 일으키거나, 보건상 위해를 끼치며, 인류의 생활이나 생물의 성장 방해 및 경제적 손실을 입히는 상태를 말한다.”⁷⁾

세계은행은 1999년 개발도상국에서 대기오염이 가져오는 사회적 비용이 국내 총생산의 0.5%~2.5%에 이른다고 발표했다.⁸⁾ 또한 대기오염과 건강영향의 관련성에 대한 연구는 대기오염과 호흡기질환의 발생, 입원, 사망 등의 연관성을 밝혀 왔으며, 최근에는 호흡기 질환중에 천식이 대기오염의 농도가 높을 때 수진건수나 응급실 방문수, 입원수 등이 증가되었다는 연구가 발표되고 있다.⁹⁾

6) 김운수 외 서울시 기상특성을 고려한 도시계획기법 연구 (II), 서울시정개발연구원, p.1, 2001.

7) 남철현 외, 환경보건학연구, 계축문화사, p.148, 2003.

8) 동아일보, 2001. 03. 29, 보도자료

9) 서원호 외, 대전지역 대기오염물질 농도와 천식 환자수의 관

특히 총 천식환자중 15세 미만의 소아가 차지하는 비율이 크고, 이들 환경오염물질의 농도가 환경기준치 이하에서도 환자에게 영향을 주는 것으로 나타났다. 대기오염 농도의 감소 측면에서 바람은 오염물질의 분배·수송·확산에 가장 중요한 매개체로서, 도시의 오염물질농도를 저감시키는데 가장 효과적인 요소이다. 연구에 의하면 도시내의 풍속이 2배 증가하면 대기오염농도는 약 1/2 정도 감소된다고 한다.(그림 3) 따라서 통풍계획에 의한 풍속의 증가는 대기오염도에 따른 건강영향을 최소화시키는데 그 의미가 있다.

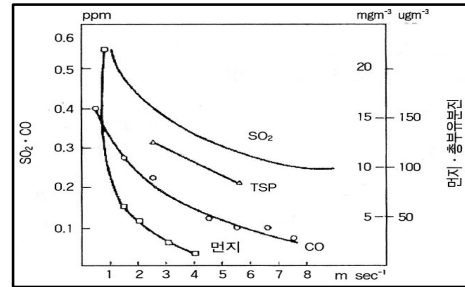


그림 3. 풍속과 오염물질 농도의 관계
출처 : 이현영, 한국의 기후, 법문사, p.158, 2000.

최근 도시대기의 질적 변화와 더불어 기준치 이내의 낮은 오염도에서도 일반인에게 있어서 우려할 만한 수준의 건강위해가 나타날 수 있다는 일련의 역학결과가 국내·외의 연구진에 의해 발표되고 있다.(표 2, 3)

표 2. 대기분진이 일별사망률에 미치는 급성효과에 대한 지역연구

저자	지역	소견
Ostro 등 1999	Bangkok Thailand	PM10 농도가 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때 전체사망률은 1~2%, 심혈관계 사망률은 1~2%, 호흡기계 사망률은 3~6% 증가
Zu 등 2000	Shenyang China	TSP가 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때 전체 사망률은 1.7%, 심혈관계 사망률은 2.1% 증가, 만성호흡기 질환의 사망률은 2.6% 증가
Hales 등 2000	Christchurch New Zealand	PM10이 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때 전체 사망률은 1%, 호흡기계 사망률은 4% 증가
Browne 등 1999	Semarang Indonesia	주도로 주변의 TSP 농도 증가는 전체 사망률 및 호흡기계 사망률 증가와 유의한 관계
Borja-Aburto 등 1998	Mexico City Mexico	PM 2.5 농도가 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때 전체사망률은 1.4%증가. 사망률 증가는 심혈관계질환과 호흡기계질환에서 보다 뚜렷. 65세 이상에서 사망률 증가가 보다 크게 나타남.
Morgan 등 1999	Sidney Australia	대기분진농도가 10분위에서 90분위로 증가할 때 전체사망률은 2.63%, 심혈관계 사망률은 2.68% 증가

출처 : 조수현 등, 대기분진에 의한 건강영향, 예방의학회지 34권 2호, p.105, 2001.

련성, 한국환경위생학회지, 제26권 2호, p.80, 2000.

연구에 의하면, 1990년 여름철 3개월간 천식 혹은 반응성 호흡기질환으로 병원 응급실을 방문한 1~16세의 어린이들을 대상으로 조사한 결과, 오존의 시간당 평균치가 110 ppb를 초과할 때 그 다음날 응급실 내원 환자수가 정상시보다 37% 증가하였다. 또한 오존 50ppb 증가에 따라 다음날 응급실 내원 천식 환아수가 43% 증가하였고, 연속 2일 이상 오존농도가 110 ppb를 넘는 경우는 68%의 환아수가 발생하였다.¹⁰⁾

표 3. 오존으로 인한 건강영향에 대한 국내·외 연구

저 자	지 역	건 강 영 향
Touloumi (1997)	Apeha 15 Cities	오존농도가 25.5ppb 증가할 때 전체 사망률이 1~5% 증가
Sheppard (2000)	Seattle, WA.	오존농도가 20ppb 증가할 때 65세 이상 인구에서 천식으로 인한 입원율이 2~11% 증가
Delfino 등 (1997)	Montreal, CA.	오존농도가 36ppb 증가할 때 호흡기 질환으로 응급실 내원율이 21% 증가
Schwarz (1996)	Spokane, WA.	오존농도가 25.5ppb 증가할 때 호흡기 질환으로 인한 입원율 24% 증가
이종태등 (1999)	서울 및 울산시	오존농도가 25.5ppb 증가할 때 전체사망율이 1% 증가
홍윤철등 (1999)	서울시	오존농도가 50ppb 증가할 때 전체사망율이 1~6% 증가
임종환등 (1998)	서울시	오존농도가 10ppb 증가할 때 호흡기 질환으로 인한 입원율이 8% 증가
이종태등 (2002)	서울시	오존농도가 21.7ppb 증가할 때 65세 이상 노인인구에서 허혈성 심장질환이 5~15% 증가

출처 : 환경부, 대기오염의 위해성평가 연구 및 관리를 위한 중장기 연구계획, pp.24 ~35, 2003.

도시내의 대기오염은 직접적으로 인체에 영향을 미치게 된다. 이는 대기오염 뿐만 아니라 도시내 기온상승과 풍속의 감소 등의 복합적인 요인에 의해 발생되고 있다. 따라서 풍속의 증가를 위한 단지 및 건축계획시 통풍계획기법의 적용이 필요하다.

3. 주거단지에서 통풍계획 연구를 위한 주거동의 배치유형 분류

3.1 주거단지에서 통풍계획의 필요성

최근 도시개발에 따라 도시미기후를 보호하고 쾌적한 생활환경을 창출하기 위한 목적에서 지구단위계획체도를 도입하고 있다. 지구단위계획에서 새로 규정하고 있는 ‘공기순환의 확보’를 위해서는 기본적으로 ‘바람환경’의 사전평가가 필요하다. 이는 종래의 환경영향평가에서 단순히 자연환경의 일부로서 인식되고 조사되었던 기후요소를 생활환경의 중요한 인자로 인식하

는 적극적인 자세 정립이 요구된다.

주거단지에서 적절한 통풍은 그 지역의 열환경을 형성하는 중요한 요인이다. 이는 외부공간 뿐만 아니라 실내공간에 있어서 여름철 더위완화에 기여하고 에너지절약 측면에서도 유효하고, 단지내의 대기오염물질의 확산에도 영향을 줄 수 있다.

연구에 의하면 서울지역의 아파트 생활공간의 공기오염정도가 일본 도쿄의 10배에 이를 정도로 심각한 것으로 나타났다.¹¹⁾ 연구팀은 조사에서 기존의 연구와는 달리 공동주택의 실내뿐 아니라 출입구 및 현관밖의 실외공간까지 조사하여 실외공간에서의 공기오염정도를 측정하였다. 이처럼 아파트의 경우, 실내공기의 오염은 궁극적으로 실내 자체의 오염과 오염된 단지내 실외공기의 실내유입으로부터 발생할 수 있다.

주거단지에서의 공기순환 및 공기오염의 문제는 곧 실내의 공기오염과도 직접적인 관련이 있기 때문에 단지내의 통풍계획에 관한 연구는 중요한 의미를 갖는다. 국내의 주거단지는 고밀·고층화로 인하여 용적율이 높고 인동거리의 최소화, 획일적인 판상형 위주의 격자 주동배치로 인하여 단지내 풍속저하구역이 많이 발생되고 있다. 따라서 단지내부에 위치한 주거동의 경우 바람의 영향을 거의 받지 못하는 것으로 나타나 오염된 공기가 단지내에 정체하게 된다.

3.2 주거동의 배치유형 분류

일반적인 주거동의 배치유형은 대지형태 및 조건, 주변현황, 개발밀도, 법적적용, 분양성 측면, 주동형태 및 단위세대계획 등을 고려하여 결정하게 된다. 본 통풍계획 연구를 위한 주거동의 배치유형은 판상형 격자 배치, 판상형+타워형-1 배치, 판상형+타워형-2 배치, 타워형 배치 등 4가지로 분류하였다.

주거동의 배치유형을 4가지로 분류하는 근거는 다음과 같다. 첫째, 판상형 격자배치는 현재까지 아파트 단지에서 높은 용적율을 확보하기 위해 주로 이용되는 배치유형이다. 높은 용적율과 폐쇄적인 주동배치로 인해 통풍계획에 가장 불리한 단지구성을 하고 있다. 따라서 통풍계획 연구의 동기를 제공한 배치유형으로, 본 연구의 풍속비 분석을 위해 타배치유형과 비교대상으로서 선정하였다. 둘째, 타워형 배치는 최근에 도시경관의 제고차원과 전세대의 균일한 일조 및 전망을 제공하기 위해 적용된 배치유형으로, 계획단지가 증가 추세에 있다. 타워형 배치의 대부분은 초고층으로 계획됨으로서 건폐율과 주동차폐율이 낮아 통풍율이 증가하게 된다. 따라서 앞으로 전개될 계획 및 정책적

10) 조수현 외, 대기오염과 천식발作的 관련성에 관한 시계열적 연구, 예방의학지 34권 1호, p.70, 2001. ppb의 단위는 십억분율 (part per billion, 10⁻⁹인)

11) 한국경제신문, 2003, 11.18, 보도자료. 카톨릭의대 김형아교수는 일본 산업의과대학 연구팀과 공동으로 서울과 일본 기타규슈 지역의 공동주택 거주자 각 11명을 대상으로 공기오염물질 노출정도를 비교·분석한 결과를 발표한 내용.

방향인 초고층화를 통한 저건폐율에 따라 통풍계획의 연구대상으로 부각될 것이다. 셋째, 판상형+타워형-1과 판상형+타워형-2 배치는 전술된 2가지 유형이 조합되는 배치유형이다. 이는 단지내에 타워형 주동이 단지 중앙 또는 외부에 위치하느냐에 따라 풍속비 변화에 미치는 영향을 분석하고, 이에 따라 단지계획시 반영할 수 있는 배치유형을 제안하기 위해서이다. 따라서 타워형 주동의 위치에 따라 풍속비에 영향을 주는지의 여부에 관한 실증적 연구가 필요하고, 이를 통해 타워형 주동의 배치는 도시경관 및 옥외공간 측면 뿐만 아니라 통풍계획 측면에서의 접근이 요구된다.

현재까지 기본적인 주거동의 배치유형으로 적용되었던 다양한 배치유형중 본 통풍계획 연구를 위해 4가지 배치유형을 선정한 이유는 배치유형중 가장 기본적이고 적용가능한 배치유형으로서, 이를 통해 통풍계획의 연구에 기초적인 배치유형 분류자료로서 이용될 수 있기 때문이다.

3.3 주거동의 배치유형별 적용사례 및 특성

1) 판상형 격자 주동배치

판상형 격자배치는 주동배치가 격자패턴을 이루면서 주동 전체가 판상형으로 구성된 단지를 말한다. 주거동의 배치유형에 있어서 '일자' 평행배치는 1970~80년대에 주로 계획되었던 배치패턴으로, 15층 이하의 층수와 200% 이하의 용적율로 적용되었던 배치유형이었다. 반면, 판상형 격자배치는 용적율이 200% 이상 증가됨에 따라 이를 수용하기 위해 1990년 이후에 도입되었던 배치유형이다.(그림 4)

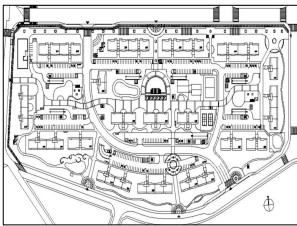


그림4. 판상형 격자배치 예 (문래동 L 아파트)

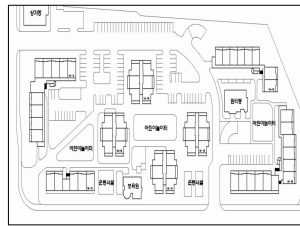


그림5. 판상형+타워형-1 배치 예 (신정동 D 아파트)

현재 용적을 250% 전후의 단지계획시 주로 적용되는 배치유형이기도 하다. 판상형 격자배치는 '일자' 평행배치의 단점을 극복하기 위해 시도된 방식으로, 남북방향에서의 주동차폐율을 변화는 없으나, 동서방향에서의 차폐율은 일자 평행배치보다 증가하게 된다. 또한 단지내 통풍계획에 있어서 폐쇄적인 주동배치로 인하여 다른 배치유형보다 불리한 조건을 가지고 있다.

2) 판상형+타워형-1 배치

판상형+타워형-1 배치는 판상형 격자배치에서 단지 중앙에 타워형 주동을 배치하는 것을 말한다. 판상형

격자배치보다 차별화되어 발전된 배치유형으로 1990년 후반부터 주로 도입되기 시작하였다. 이는 단지 외부에 고층이하의 판상형 주동과 단지 중앙에 초고층의 타워형 주동배치를 통해 내부 개방적이고 단지의 옥외공간인 중앙광장 계획에 유리한 측면이 있다. 그러나 단지 중앙에 타워형 배치를 통해 통풍계획에 영향을 주는지 여부는 실험을 통해 입증할 필요가 있다.

판상형+타워형-1 배치는 동서방향에서의 차폐율 변화는 없으나, 남북방향에서의 차폐율은 판상형 격자배치보다 감소한다. 또한 단지내 통풍계획에 있어서 판상형 격자 주동배치보다는 다소 유리한 조건을 가지고 있다.(그림 5)

3) 판상형+타워형-2 배치

판상형+타워형-2 배치는 판상형 격자배치에서 단지 외부에 타워형 주동을 배치하는 것을 말한다. 이는 타워형 주동의 위치에 있어서 판상형+타워형-1 배치와 상반되는 것으로, 단지 외부에 초고층의 타워형 주동과 단지중앙에 고층이하의 판상형 주동배치를 통해 단지의 외부개방적 측면에 유리한 배치유형이다.(그림 6)

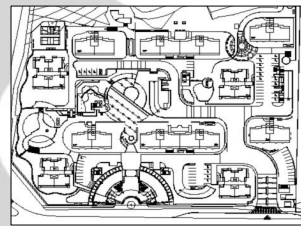


그림 6. 판상형+타워형-2 배치 예 (도곡동 S 아파트)

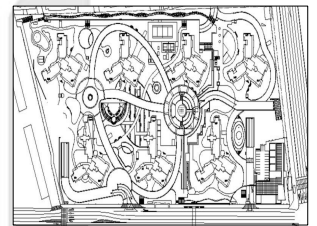


그림 7. 타워형 배치 예 (대치동 C 아파트)

판상형+타워형-2 배치는 판상형 격자배치의 규칙적인 배치에서 벗어나 단지의외부에 타워형 주동을 배치함으로써, 단지 랜드마크의 도입과 스카이라인을 유도할 수 있다. 또한 단지의 외부개방적 측면으로 인해 통풍계획에 유리한 편이다.

4) 타워형 주동배치

타워형 배치유형은 주동 전체가 타워형으로 주거 단지에 점적인 배치방식을 채택하여 용적율의 증가와 초고층화에 따라 최근에 증가추세에 있는 배치유형이다. 이는 판상형 격자배치보다는 층수의 초고층화를 통한 건폐율의 감소와 더불어 단지의 내·외부의 개방적 측면으로 인하여 통풍계획에 유리한 배치유형이다. 최근 일부 지방자치단체에서 주택조례 개정을 통해 타워형 위주의 주동배치를 권장하는 조례안을 제시하는 경우도 있다.(그림 7)

타워형 배치는 동서남북방향에서의 주동차폐율은 판상형 격자배치보다 작아 단지내외에서의 개방감이 증가하여 통풍계획에 유리한 조건을 가지고 있다. 또한

건폐율의 축소로 인하여 풍속의 증가를 유도할 수 있고, 옥외공간의 활용도를 높힐 수 있는 배치유형이다.

4. 주거단지에서 주거동의 배치유형과 필터 적용에 따른 통풍계획의 분석기법

4.1 CFD 시뮬레이션 개념

전산유체역학 (Computational Fluid Dynamics, CFD)은 유동을 지배하는 편미분방정식을 근사적인 대수방정식으로 바꾸고 이를 수치적으로 풀어 유동을 해석하는 학문이다. 수학적 모델링으로 난류, 유변학, 라디에이션, 화학반응, 연소, 다상유동, 스프레이 등 여러가지 문제해석에 이용되고 있다. 적용분야는 건물의 내·외부 환경중에서 풍하중, 난방 및 환기 등에 적용된다.

CFD의 사용이점은 기본적인 유체거동이 매우 복잡하기 때문에 실험보다 고성능 컴퓨터의 급속한 진전으로 인해 경제성이 있게 유동문제를 완벽하게 표현할 수 있는 장점이 있다. 또한 시스템의 성능을 최적화하기 위한 파라미터 연구를 수행하여 많은 결과를 얻을 수 있다.

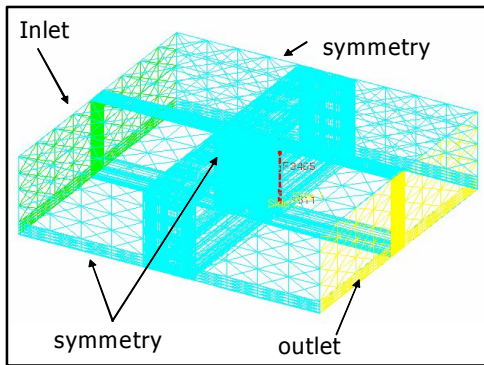


그림 8. CFD의 경계조건(mesh : 120,000 개)

CFD의 해석과정은 3단계로 이루어진다. 첫째 전처리과정(Pre-processor)으로, 해석하려는 유동장의 형상을 생성하는 과정이다. 둘째 해석과정(Solver)으로, 다양한 알고리즘을 이용하여 3차원 운동방정식을 생성된 격자와 같이 반복적으로 해석하는 과정이다. 셋째 후처리과정(Post-processor)으로, 속도와 압력 결과를 가시화하여 나타내는 과정으로 이루어진다. 시뮬레이션 사용코드는 영국 AEA, Harwell 연구소의 CFX 4.4를 사용하였다. 주거단지의 통풍유동 특성을 살펴보기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션으로 구하기 위하여 적용된 시간평균화된 연속방정식과 운동량 방정식을 텐서형으로 나타내면 식 (1)과 (2)와 같다.

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0 \quad (1)$$

$$\rho u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = - \frac{\partial p}{\partial x_i}$$

$$+ \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu_e \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right] - \frac{2}{3} k \delta_{ij} \quad (2)$$

여기서, u 는 속도벡터, ρ 는 밀도, μ_e 는 유효점성계수이며, p 와 k 는 각각 정압과 난류운동에너지를 나타내며 x 는 좌표축이 된다. 식 (1)과 (2)에서의 첨자 i, j 는 텐서형태로 표시하기 위한 기호이며, 3차원일 경우 1, 2, 3의 숫자가 사용된다. 즉 1은 x 방향, 2는 y 방향 그리고 3은 z 방향이 된다.

주거단지의 통풍유동 특성을 위한 지배방정식은 유한체적법을 이용하여 이산화방정식을 구하였다. 식 (1)과 (2)에서 편미분방정식의 해석은 미소체적으로 나눈 입출입 유동장의 방정식을 대수방정식으로 변환해야 한다. 통풍유동 특성은 난류유동이기 때문에 운동량 방정식의 유효점성계수, μ_e 를 계산하여야 한다. 이런 난류 유동장을 직접적으로 해석하기 어렵기 때문에 공기의 운동에너지(k)와 소산에너지(ϵ)를 적용하여 해석하는 방법인 표준 $k-\epsilon$ 모델을 적용하였다. 이 표준 $k-\epsilon$ 모델은 난류유동장을 풀기위한 가장 대표적인 방정식이다. 또한, 운동량방정식인 식 (2)의 왼쪽 항에 있는 대류항은 비선형항이다. 이러한 비선형항을 얻기 위한 이산화작업은 하이브리드 방법을 이용하였고, 우측 첫번째 항인 압력항 처리는 압력수정방법을 이용하는 심플방법을 적용하여 압력수정에 관한 근사 이산화 방정식을 압력과 속도의 상관관계를 고려한 연속방정식을 이산화방정식으로부터 구하였다.

4.2 통풍계획의 시뮬레이션 조건

본 연구를 위한 CFD 시뮬레이션은 4가지 주거동의 배치유형에 따른 풍속비 분석을 위한 것이다.

1) 시뮬레이션 통제조건

주거단지에서 풍속에 영향을 미치는 변수는 다양하기 때문에 통풍 시뮬레이션의 경우 시뮬레이션 통제조건을 전제로 해야 한다. 실제로 통제조건 없이 풍속비 분석을 위한 시뮬레이션을 할 경우 아파트 주거동의 배치유형과 필터에 미치는 영향변수가 어느 것인지의 여부는 확인이 불가능하기 때문이다. 따라서 4가지 주거동의 배치유형은 동일조건하에서 풍속비 분석을 위한 통풍계획의 시뮬레이션 통제조건은 전제되어야 한다. 통풍계획을 위한 계획조건중 시뮬레이션 통제조건은 표 4와 같다.

표 4. 시뮬레이션 통제조건

구분	대지면적	용적율	단위세대	층수	세대수	주변조건
통제내용	34, 544.0 m ²	250.0%	전용 85.0 m ² 미만	20층	800호	동일함

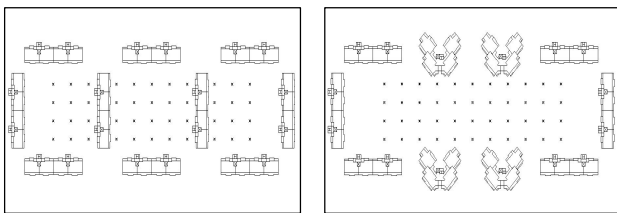
2) 시뮬레이션의 풍향별 / 풍속별 풍속비 분석

주거단지에서 풍속비 분석을 위한 주거동의 배치유형에 따른 시뮬레이션은 풍향과 풍속의 두가지 요소로 구분하여 실시한다. 풍속비 분석을 위한 풍향은 동·서·남·북·남동·남서·북동·북서향 등 8방위의 풍향으로 한다. 바람의 성격상 시간별·월별·연별·지역별에 따라 풍향이 변하게 된다. 또한 주변의 자연적·인공적 조건에 따라 다르며, 도시의 기온차나 기후요소에 의해서도 변화한다. 서울의 경우 주풍향은 북서풍이 우세하나, 서풍의 경우도 많이 분포하고 있다. 따라서 8방위의 풍향을 고려한 것은 대표적인 방향을 선정해 보다 정확한 풍속비 분석을 위한 것이다.

풍속의 경우 2.45m/s와 3.00m/s의 두가지 풍속으로 실시하였다. 풍속의 선정기준은 서울의 30년간 연평균 풍속인 2.45m/s를 기준¹²⁾으로 하였고, 3.00m/s의 경우는 통풍계획을 고려했을 경우를 대비해 풍속의 증가가 풍속비 변화에 미치는 영향을 분석하기 위한 것이다. 풍속별 풍속비 분석은 두가지 풍속이 평균 풍속비 변화에 미치는 영향을 분석하여 풍속에 따른 통풍계획의 통풍특성을 파악하기 위해서이다.

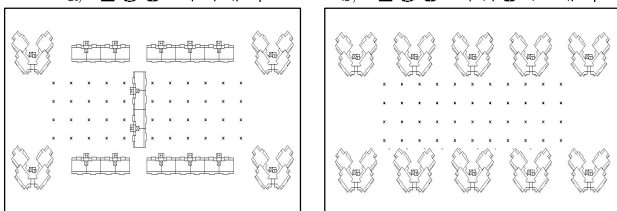
3) 시뮬레이션의 풍속비 분석과정

주거동의 배치유형별 단지에 설치된 풍속센서는 주동 외벽에서 5미터 이격시키고 풍속센서의 간격은 가로 15미터×세로 12미터의 모듈에 의해 풍속센서가 44개소 설치되었다. 풍속센서의 위치는 배치유형별로 동일위치와 동일조건으로 설치하였다. 이는 배치유형별에 따른 풍속비 분석에 객관적인 풍속값의 확보와 배치유형별 풍속비 변화비교를 하기 위함이다.



a) 판상형 격자배치

b) 판상형+ 타워형1 배치



c) 판상형+타워형-2 배치

d) 타워형 배치

그림 9. 배치유형별 풍속센서 설치

풍속센서의 높이는 지상레벨에서 1.5미터 높이로 하고, 각 배치유형별 계측점에 10초간 풍속 2.45m/s 및

3.00m/s로 풍향 동·서·남·북·남동·남서·북동·북서향의 8방위로 바람이 불때 계측된 풍속을 토대로 평균 풍속비를 분석하는 것이다.

평균 풍속비란 각 배치유형별 풍속센서에 검출된 44개의 풍속값을 합하여 이를 44로 나눈다. 이 평균풍속값을 다시 2.45m/s 및 3.00m/s로 나눈 값을 평균 풍속비라고 한다. 이 평균 풍속비를 주거동의 배치유형에 따른 풍속비 분석을 통해 통풍계획 특성을 파악하고자 하는 것이다. 주거동의 배치유형별 풍속센서는 44개소로서, 그림 9와 같이 동일한 위치에 설치되었다. 따라서 주거동의 배치유형에 따른 CFD 시뮬레이션은 배치유형별·풍향별·풍속별에 따라 총 64회의 시뮬레이션 작업을 하였다.

4.3 분석대상 주거단지 주거동의 배치유형별 단지개요 및 특성

1) 배치유형별 단지개요

본 연구를 위한 분석대상 주거동의 배치유형별 단지개요는 표 5와 같다. 단지개요중 시뮬레이션의 통제조건에 의해 대지면적, 용적율, 세대수, 층수는 4개 단지 동일하게 적용되었다.

표 5. 주거동의 배치유형별 단지개요

구분	판상형 격자배치	판상+타워형 -1 배치	판상+타워형 -2 배치	타워형 배치
대지면적	34,544.0 m ²			
건축면적	5,143.4m ²	5,000.8m ²	5,000.8m ²	4,787.0m ²
건 비율	14.89%	14.47%	14.47%	13.85%
용 적 율	250.0%			
세 대 수	800호 / 전 주동 20층			

2) 주거동의 배치유형별 특성

(1) 판상형 격자배치

판상형 격자배치의 주동조합은 판상형의 계단실형인 4호조합 10개동으로 구성되었다. 주동의 남향비율은 60%이고, 동향은 40%로서, 3개의 'ㄱ'자로 폐쇄적인 공간단위인 클러스터로 이루어지는 기본단위를 가지고 있다. 4면에 따른 주동차폐율은 높은 편이어서 통풍계획상 불리한 배치유형이다.

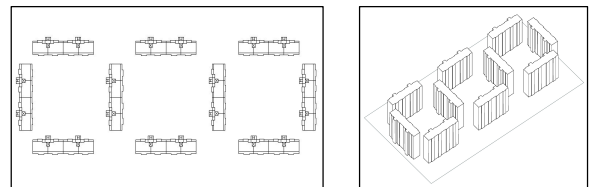


그림 10. 판상형 격자배치도 및 3D 모델링

따라서 판상형 격자배치의 경우 주풍향을 고려한 필로티계획의 도입이 요구되며, 이를 통해 주거단지에서의 풍속증가를 가져올 수 있다. 판상형 격자배치의 배치도 및 3D 모델링은 그림 10과 같다.

12) 기상청, 기후정보, 2001년. 서울의 1971-2000년에 걸친 30년간 평균 풍속치를 나타낸다.

(2) 판상형+타워형-1 배치

판상형+타워형-1 배치의 주동조합은 판상형 계단실형인 4호조합 6개동과 타워형 중심코아형인 4호조합 4개동으로 총 10개동으로 구성되었다.

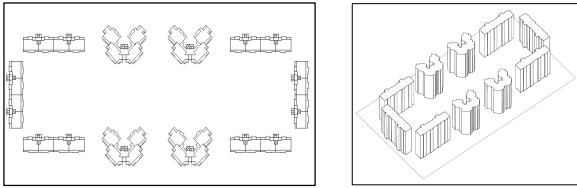


그림 11. 판상형+타워형-1 배치도 및 3D 모델링

주동의 남향비율은 40%, 동향은 20%, 남동·남서향은 40%로서, 단지의 중앙에 4개의 타워형 주동배치를 통해 단지내부에 1개의 큰 ‘口’자로 개방적인 공간단위인 클러스터로 이루어지는 기본단위를 가지고 있다. 남·북방향의 주동차폐율은 판상형 격자배치보다 낮은 편으로 통풍계획상 유리한 배치유형이다.

따라서 판상형+타워형-1 배치의 경우 동·서방향에 필로티계획의 도입이 요구되며, 이를 통해 주거단지에서의 풍속증가를 가져올 수 있다. 판상형+타워형-1 배치의 배치 및 3D 모델링은 그림 11과 같다.

(3) 판상형+타워형-2 배치

판상형+타워형-2 배치의 주동조합은 판상형 계단실형인 4호조합 3개동과 6호조합 2개동, 타워형 중심코아형인 4호조합 4개동으로 총 9개동으로 구성되었다. 주동의 남향비율은 50%, 동향은 10%, 남동·남서향은 40%로서, 단지의 외곽에 4개의 타워형 주동배치를 통해 단지내부에 2개의 큰 ‘ㄷ’자로 일방향의 개방적인 공간단위인 클러스터와 단지외부에 개방감인 공간단위를 가지고 있다. 4면에 따른 주동차폐율은 판상형+타워형-1 배치와 유사한 배치유형이다.

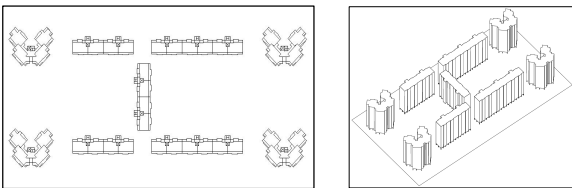


그림 12. 판상형+타워형-2 배치도 및 3D 모델링

따라서 판상형+타워형-2 배치의 경우 남·북방향에 필로티계획의 도입이 요구되며, 이를 통해 주거단지에서의 풍속증가를 가져올 수 있다. 판상형+타워형-2 배치의 배치 및 3D 모델링은 그림 12와 같다.

(4) 타워형 배치

타워형 배치의 주동조합은 타워형 중심코아형인 4호조합 10개동으로 구성되었다. 주동의 남동·남서향은 100%로서, 단지내·외부에 개방적인 공간단위를 가지고 있다.

고 있다.

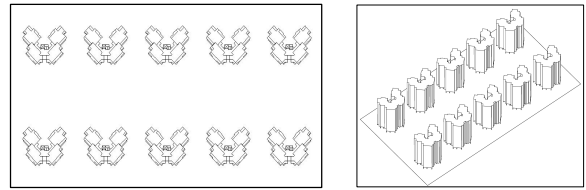


그림 13. 타워형 배치도 및 3D 모델링

4면에 따른 주동차폐율은 다른 배치유형보다 낮은 편이어서 통풍계획상 양호한 조건을 가짐으로서 앞으로 권장되는 배치유형이다. 그러나 동서방향으로의 개방감으로 인하여 예상 이외로 풍속비가 발생하여 풍해가 발생할 수도 있다. 타워형 배치도 및 3D 모델링은 그림 13과 같다.

4.3 주거동의 배치유형별 풍속비 분석

주거동의 배치유형별 풍속비 분석은 CFD 시뮬레이션을 8방위에 따른 풍향별·2.45m/s 및 3.00m/s의 풍속에 따라 64회의 시뮬레이션 결과를 토대로 분석한 것이다.

1) 판상형 격자배치 풍속비 분석

시뮬레이션의 풍향은 동·서·남·북·남동·남서·북동·북서향으로, 풍속 2.45m/s로 불었을 때 단지내에 설치된 44개의 풍속센서에서 측정된 평균풍속은 0.85m/s이었고, 풍속 3.00m/s로 불었을 때 측정된 평균풍속은 1.08m/s이었다. 따라서 판상형 격자배치에서 풍속 2.45m/s의 평균풍속비는 0.347, 3.00m/s의 평균풍속비는 0.360으로 나타났다.

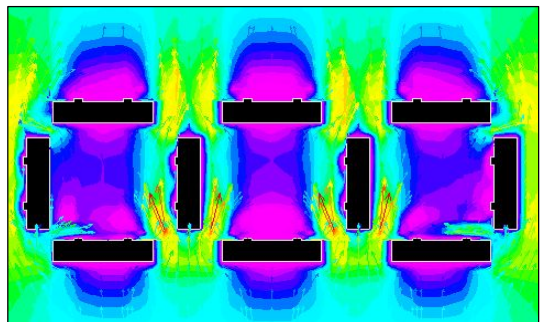
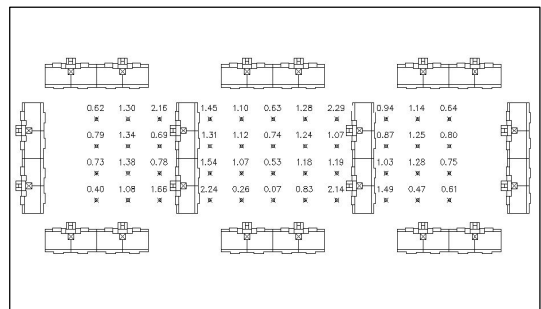


그림 14. 판상형 격자배치 계측점의 풍속값 및 시뮬레이션 기류분포(남풍)

그림 14는 풍속 2.45m/s로 남풍이 불때 44개의 풍속 센서에서 측정된 풍속값과 시뮬레이션 기류분포를 나타낸 것이다. 44개의 풍속이 다른 것은 풍속센서 주변의 조건들 즉, 주동형태, 개방여부, 단지내로 들어오고 나가는 바람의 특성, 주동간의 거리 등에 의해 다르게 나타나기 때문이다.

표 6. 판상형 격자배치 계측점의 풍속

구 분	2.45m/s		3.00m/s	
	풍 속	풍속비	풍 속	풍속비
동 풍	0.71	0.289	0.91	0.303
서 풍	0.72	0.293	0.98	0.326
남 풍	1.08	0.440	1.37	0.456
북 풍	1.14	0.465	1.44	0.480
남 동 풍	0.74	0.302	0.93	0.310
남 서 풍	0.80	0.326	1.01	0.336
북 동 풍	0.78	0.318	0.98	0.326
북 서 풍	0.82	0.334	1.02	0.340
평 균	0.85	0.346	1.08	0.360

시뮬레이션 결과를 분석하면, 첫째 동풍과 서풍에 비해 남풍과 북풍의 경우에서 평균풍속이 증가하였다. 이 결과는 동서측과 남북측에 있어서 차폐율이 동일할 지라도 대지폭이 동서측보다 남북측이 작아 주동의 배치열이 2열이나, 동서측은 4열이기 때문에 풍속저하구역의 범위가 더 크기 때문으로 파악된다. 이것으로 보아 대지폭이 큰 경우에는 단지내 바람길 확보 차원인 통경축의 확보를 위한 주동배치와 연속된 필로티 설치를 통해 해결할 수 있다. 둘째 다른 배치유형에 비해 풍속이 증가할 때 8방위에 걸쳐 판상형 격자배치만이 풍속비가 증가하였다. 이 결과는 판상형 격자배치에서 보듯이 3개의 '口'자로 구성된 공간단위인 클러스터를 이루고, 4면에 따른 주동차폐율이 높기 때문에 외부에서 풍속이 증가할 때 단지내 풍속비가 증가함을 알 수 있다.

2) 판상형+타워형-1 배치 풍속비 분석

시뮬레이션의 풍향은 8방위로서, 풍속 2.45m/s로 불었을 때 단지내에 설치된 풍속센서에서 측정된 평균풍속은 1.57m/s이었고 3.00m/s로 불었을 때 평균풍속은 1.90이었다.

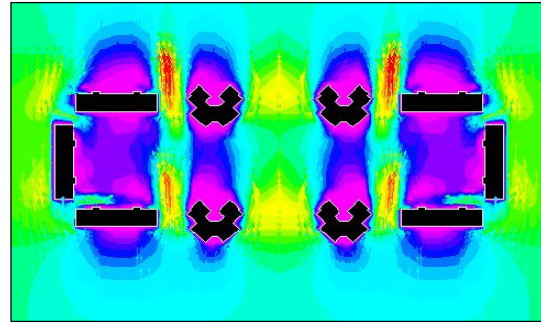
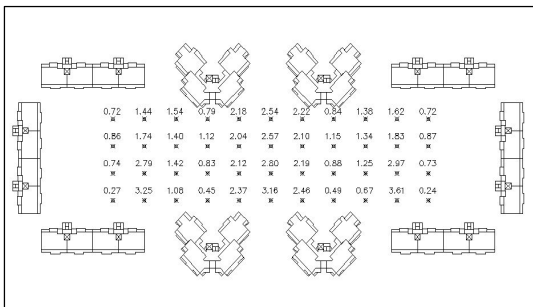


그림 15. 판상형+타워형-1 배치 계측점의 풍속값 및 시뮬레이션 기류분포(남풍)

따라서 2.45m/s의 평균 풍속비는 0.641, 3.00m/s의 평균풍속비는 0.633으로 나타났다. 그림 15는 2.45m/s로 남풍이 불때 44개의 풍속센서에서 측정된 풍속값과 시뮬레이션 기류분포를 나타낸 것이다.

표 7. 판상형+ 타워형-1 배치 계측점의 풍속

구 분	2.45m/s		3.00m/s	
	풍 속	풍속비	풍 속	풍속비
동 풍	1.88	0.767	2.24	0.746
서 풍	1.85	0.755	2.20	0.733
남 풍	1.59	0.648	1.88	0.626
북 풍	1.66	0.677	2.04	0.680
남 동 풍	1.39	0.567	1.69	0.563
남 서 풍	1.41	0.575	1.65	0.550
북 동 풍	1.41	0.575	1.74	0.580
북 서 풍	1.42	0.579	1.75	0.583
평 균	1.57	0.640	1.90	0.633

시뮬레이션 결과를 분석하면, 첫째 남풍과 북풍에 비해 동풍과 서풍의 경우에서 평균풍속이 증가하였다. 이 결과는 동서측이 남북측에 비해 단지내 개방폭이 길기 때문에 기류패턴에 있어서 원활한 바람의 흐름이 발생됨을 알 수 있다. 둘째 타워형 주동의 위치선정으로서, 판상형+타워형-2 배치보다 평균풍속비가 풍속 2.45m/s에서는 0.22, 3.00m/s에서는 0.227이 증가하였다. 이것은 타워형 주동이 단지중앙에 배치됨으로서 바람길 확보가 가장 큰 요인으로 작용함을 알 수 있다. 셋째 판상형+타워형-2 배치보다 풍속비가 증가된 것은 판상형+타워형-1 배치에서는 배치기법상 타워형 주동군을 이룬 반면, 판상형+타워형-2 배치에서는 타워형 주동군이 분산배치되어 있어서 통풍효율이 감소하였다. 이에 따라 타워형 주동배치는 타워형 주동군을 이룰 때 풍속비가 증가하므로 통풍계획에 유리함을 알 수 있다.

3) 판상형+타워형-2 배치 풍속비 분석

시뮬레이션의 풍향은 8방위로서, 풍속 2.45m/s로 불

있을 때 단지내에 설치된 풍속센서에서 측정된 평균 풍속은 1.03m/s 이었고, 3.00m/s로 불었을 때 평균 풍속은 1.22이었다. 따라서 2.45m/s의 평균 풍속비는 0.420, 3.00m/s의 평균 풍속비는 0.407로 나타났다.

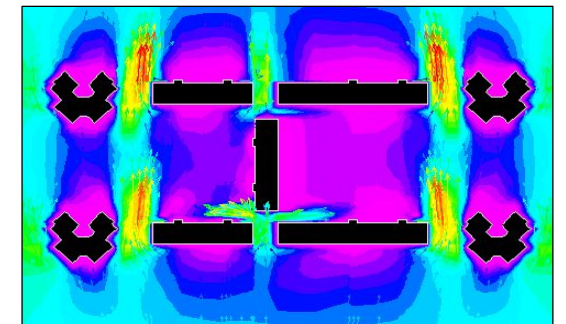
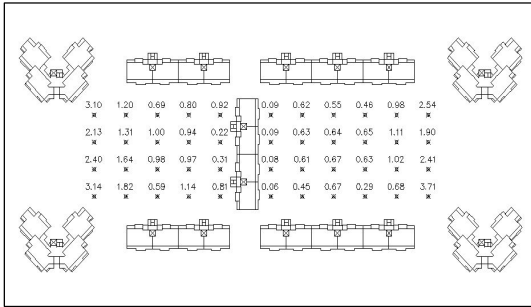


그림 16. 판상형+타워형-2 배치 계측점의 풍속값 및 시뮬레이션 기류분포 (남풍)

그림 16은 2.45m/s로 남풍이 불때 44개의 풍속센서에서 측정된 평균 풍속값과 시뮬레이션 기류분포를 나타낸 것이다

표 8. 판상형+타워형-2 배치 계측점의 풍속

구 분	2.45m/s		3.00m/s	
	풍 속	풍속비	풍 속	풍속비
동 풍	1.33	0.542	1.59	0.530
서 풍	1.24	0.506	1.46	0.486
남 풍	1.08	0.440	1.28	0.426
북 풍	1.10	0.448	1.31	0.436
남 동 풍	0.91	0.371	1.07	0.356
남 서 풍	0.88	0.359	1.09	0.363
북 동 풍	0.94	0.383	1.12	0.373
북 서 풍	0.75	0.306	0.87	0.290
평 균	1.03	0.420	1.22	0.406

시뮬레이션 결과를 분석하면, 판상형+타워형-2 배치에서 풍속비가 판상형+타워형-1 배치보다 감소한 것은 첫째 단지중앙에 동향의 4호조합 1개주동으로 인하여 동서축의 단지내 바람길이 차단되었다. 둘째 풍속 저하구역은 4호조합 주동보다 6호조합 주동이 크게 나타났다. 판상형+타워형-1 배치의 경우 6호 주동조합이 없으나, 판상형+타워형-2 배치에서는 주동길이가 긴 6호 주동조합이 2개동 배치됨으로 인하여 공기정체구역이 확대되었다. 셋째 단지내 44개의 풍속센서가 단지

중앙에 집중됨으로서, 단지 외부의 타워형 주동배치로 인하여 풍속비는 증가하였으나 단지중앙에서의 풍속비는 감소하였다. 이것은 판상형+타워형-2 배치에서도 타워형 주동배치로 인해 풍속비가 증가됨을 알 수 있다.

4) 타워형 배치 풍속비 분석

시뮬레이션의 풍향은 8방위로서, 풍속 2.45m/s로 불었을 때 단지내에 설치된 풍속센서에서 측정된 평균 풍속은 1.91m/s 이었고, 3.00m/s로 불었을 때 평균 풍속은 2.28이었다. 따라서 2.45m/s의 평균 풍속비는 0.779, 3.00m/s의 평균 풍속비는 0.760으로 나타났다

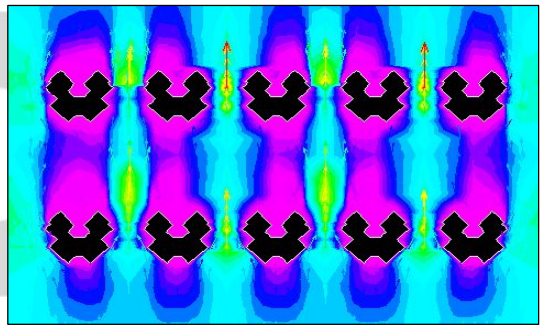
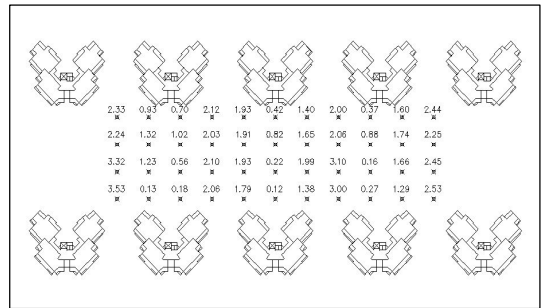


그림 17. 타워형 배치 계측점의 풍속값 및 시뮬레이션 기류분포 (남풍)

그림 17은 2.45m/s로 남풍이 불때 44개의 풍속센서에서 측정된 평균 풍속값과 시뮬레이션 기류분포를 나타낸 것이다.

표 9. 타워형 배치 계측점의 풍속

구 분	2.45m/s		3.00m/s	
	풍 속	풍속비	풍 속	풍속비
동 풍	2.85	1.163	3.40	1.133
서 풍	2.74	1.118	3.25	1.083
남 풍	1.57	0.640	1.84	0.613
북 풍	1.85	0.755	2.20	0.733
남 동 풍	1.56	0.636	1.87	0.623
남 서 풍	1.56	0.636	1.87	0.623
북 동 풍	1.61	0.657	1.93	0.643
북 서 풍	1.56	0.636	1.86	0.620
평 균	1.91	0.779	2.28	0.760

시물레이션 결과를 분석하면, 첫째 타워형 배치에서 동풍과 서풍이 다른 풍향보다 풍속비가 우월하게 증가하였다. 이는 동서축으로 단지내 바람길 차단요소가 없는 것이 주요인으로 파악되었다. 둘째 4개의 배치유형중에서 풍속비가 1.0 이상 발생한 배치유형으로, 특히 동서축으로의 개방으로 인하여 일부 풍해(風害)가 발생할 가능성이 있는 것으로 파악되어 일부 주동의 차폐율을 조정하는 계획적 조치가 요구된다. 셋째 단지내 풍속센서에 검출된 44개의 풍속비는 평균적으로 0.6이상의 높은 풍속이 검출되었다. 이는 전체 타워형 주동배치로 인하여 다른 배치유형보다 통풍계획에 유리한 배치유형으로 파악된다.

결과적으로 주거동의 배치유형별에 따른 풍속별 풍속비 분석을 종합하면 표 10과 같다.

표 10. 주동의 배치유형별 풍속비와 건폐율과의 관계

구 분	풍 속 2.45m/s	풍 속 3.00m/s	건 폐 율 (%)
관상형 격자배치	0.347	0.360	14.89
관상형+타워형-1 배 치	0.641	0.633	14.47
관상형+타워형-2 배 치	0.420	0.408	14.47
타워형 배치	0.779	0.760	13.85

5. 결 론

본 논문에서는 주거단지에서 통풍계획과 관련된 주거동의 배치유형 분류에 따른 통풍계획의 시물레이션 분석기법을 통해 통풍계획의 실천적 계획기법을 모색하고자 하는 것이다. 분석결과로는 다음과 같다.

1) 주거동의 배치유형별로 풍속 2.45m/s시 평균풍속비는 관상형 격자배치는 0.347, 타워형 배치는 0.779로 나타났다. 따라서 타워형 배치의 평균풍속비가 관상형 격자배치보다 0.432 높게 나타나 타워형 위주의 주동배치가 통풍성능에 효과적임을 알 수 있다.

2) 주거동의 풍속비 분석에서 풍속 2.45m/s시 관상형+타워형-1 배치는 0.641, 관상형+타워형-2 배치는 0.420로 나타나 관상형+타워형-1 배치의 풍속비는 관상형+타워형-2 배치보다 0.221 높게 나타났다. 따라서 관상형+타워형의 배치조합시 타워형 주동은 단지내 중앙에 위치하는 것이 통풍계획에 유리하다.

3) 주거동의 배치유형에 따른 풍속별 평균풍속비 분석에서 2.45m/s의 풍속과 비교하여 3.00m/s의 평균풍속비는 관상형 격자배치에서는 증가하였으나, 나머지 배치유형에서는 감소하였다. 따라서 관상형 격자배치에서의 풍속의 증가는 풍속비 증가로 나타나 통풍계획의 필요성이 부각되었다.

4) 동일 용적을 조건에서 건폐율이 풍속비 증가에 영향인자로 나타났다. 즉 풍속 2.45m/s에서 관상형 격자배치의 풍속비는 0.346, 타워형 배치의 풍속비는 0.779로 나타났다. 따라서 건폐율이 높을수록 풍속비가 낮아지고 건폐율이 낮을수록 풍속비가 증가함을 알 수 있다.

5) 풍속이 2배 증가하면 대기오염농도는 약 1/2 정도 감소한다. 주거단지에서 풍속은 오염물질의 분배·수송·확산에 영향을 미치므로 통풍계획을 통한 풍속의 증가는 도시의 오염물질농도를 저감시키는데 가장 효과적인 요소이다. 따라서 통풍계획에 의한 풍속의 증가는 대기오염도에 따른 건강영향을 최소화시키는 데 그 의미가 있다.

앞으로의 연구에서는 주거동의 배치유형별 필로티 적용에 따른 풍속비 분석을 통해 필로티와 관련된 통풍계수 및 필로티율을 제안하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 환경부, 대기오염의 위해성평가 연구 및 관리를 위한 중·장기 연구계획, 2003.
2. 조수현 외, 대기분진에 의한 건강영향. 예방의학회지 34권 2호, 2001.
3. 주영수 외, 서울지역 대기오염이 호흡기계질환에 미치는 단기영향에 관한 환자교차연구, 예방의학회지 34-3호, 2001.
4. G. Z. Brown, Mark Dekay, Sun, Wind, and Light, John Wiley & Sons, INC., 2001.
5. Oke, T. R, Boundary layer Climate, Routledge, 1987.
6. Richard Hyde, Climate Responsive Design, E & FN Spon, 2000.
7. Victor Olgay, Design with Climate, Princeton University Press, 1973.
8. 久保田 徹 외, 實存する270m 平方の住宅地における地域的な風通しに關する風洞實驗, 日本建築學會論文集 529号, 2000.
9. 浦野良美, 住宅のパッシブワーリソグ:自然を活かした涼しい住まいづくり, 森北出版, 1991.