

若き防水人のための防水講座

第6回 フラットルーフの防水設計(2)

田中 享二

東京工業大学名誉教授・工学博士

4. 防水材料と防水層の設計

4.1 防水層の設計とは

防水層の設計とは、防水層に作用する外力に対して一定期間(年数)耐えうる防水材料、また複数の材料で作られる場合はその構成等を考え、提示することである。この作業は、かつては建築設計者や施工者が担当することもあったが、現在はほとんど防水材料製造業者が担当しており、カタログ等を介して公開され、一般に利用できるようになっている。その設計の時対象とする主要な外力は表1に示す4つである。

表1 防水層に作用する主要外力と要求される性能

主要外力	防水層に要求される性能
水	水を遮断すること
風	風でとばされないこと
火	燃えないこと
下地の動き	構造体、下地の動きに耐えること

4.2 各種外力と評価

(1) 水

もともと防水層は雨を主要構造体に触れさせないこと、そして建物内に入れないことを目的に作られる。そのための基本的な機能はある程度の水圧に耐え、水の浸入を遮断することである。実際ほとんどの建物では普通の雨ならば問題は生じない。しかし降雨強度が強く、さらに落ち葉やごみ等がドレンなどにつまり、排水能力が低下し水位が上がると、防水層には水圧が付加されるため、普段は露呈しない防水層の欠陥部を直撃し、漏水を引き起こす。自然は人間のミスを決して見逃さない。これは大雨の後で漏水事故が多発するという、実務での経験のとおりである。

それでは、屋上はどの程度の水圧(水深)に耐えればよいのか。ひとつの目安は水深1.1mである。これは手す

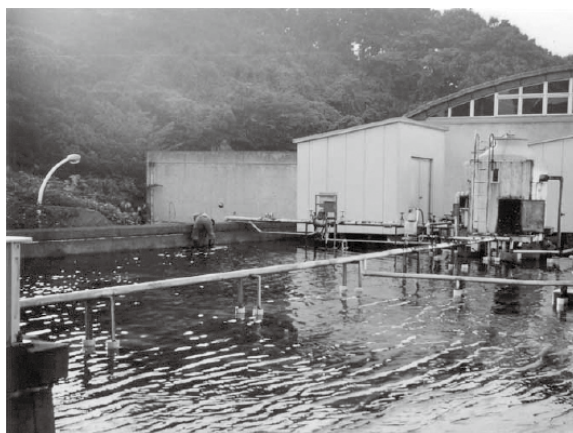


写真1 排水が悪く水の溜まった屋上

り壁を併用するパラペット高さの最低値が、建築基準法に示されているからである。これは相当厳しい数値で、水圧にすると $1.1\text{t}/\text{m}^2$ となり、建物の構造計算に用いる積載荷重 $180\text{kg}/\text{m}^2$ をはるかに超える。ただ防水ではここまで雨水が溜まることを想定する必要はないと思うが、それでも最低、水深で数10cm(水圧では $0.1\text{t}/\text{m}^2$)程度には必ず耐える必要がある。ちなみに写真1は筆者が勤務していた大学の実験棟の屋上である。ドレンに落ち葉がつまりプール状態になった時、撮影したものである。ちなみに水深は約5cmであった。実験室内に漏水してくるのではと心配したが、とりあえずは漏水がなくて胸をなでおろした経験がある。

これに対する評価法であるが、これにはJASS8の性能評価試験として、写真2に示すような水密試験が用意されている。これは図1に示すように長辺1.8m×短辺1.2m×高さ0.9mのフレキブル板を組み合わせた容器に防水層を施工し、水を入れて漏水の有無を調べるという極めて単純な試験法である。ただ容器内には設備基礎を想定したブロック状の突出部とパイプ等の防水層貫通部が設けられている。いずれも漏水事故多発部位である。



写真2 水密試験の状況



写真3 強風時には防水層が持ち上げられ、時に破損する。

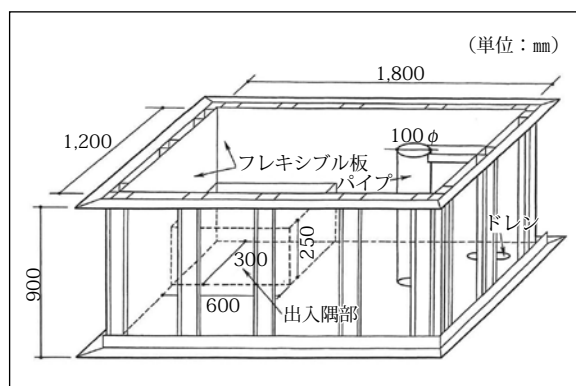


図1 防水層の水密性を調べるための水槽

水深は、防水層の種類や防水層端部の高さを考慮して、10cm、30cm、80cmの3段階で行うとしている。これを1週間静置し漏水の有無を観察する。防水層に不具合があるとフレキシブル板の接合部から、水がにじみだし濡れ色になる、あるいは水位が低下するので、漏水の有無を容易に判定することができる。

このJASS8試験法を整備する際、防水を目的として作られている防水層なので水の漏れるような防水層はないはずだから、わざわざ水密試験をする必要はないとの意見もあったが、実際に40種類強の市販の防水層の試験を実施してみると、1回目で合格したのは半分くらいで、あとは2～3回のやり直しが必要であった。だからこれは意外と厳しい試験であることを認識しておく必要がある。その観点からは、完成した防水層の水密性確認のための水張り試験は大変な作業になるが、意味のあることと思う。

(2)風

屋上に風が走ると、防水層面には吸い上げ力が生じる。基本的には飛行機の翼と同じ理屈である。飛行機は機体を空中に浮き上がらせなければならないので、断面は微妙な曲面となっているが、屋上は平らで効率の面では翼に負けるが、それでも相当の力で吸い上げられる。写真3は筆者等のグループが宮古島の実験棟に機械的固定工法で施工した防水層の台風時の状況である。防水層が風で持ち上げられ、ふくれたような状態になっている。風による吸い上げ力(速度圧)は風速が早くなるほど大きくなるが、それは次式に示すように“風速の二乗で増加する”ので、風が強くなると加速度的に増加する。

$$q = 0.6EV_0^2 \quad \cdots \cdots \text{建築基準法施行令第87条}$$

q : 速度圧(N/㎡)

V_0 : 風速(m/s)

E : 建物高さや周囲の状況を考慮した係数

その結果はというと、下地との接着が不十分防水層では破損し、吹き飛ばされることになる。写真4では防水層がめくれ上がり、建物にぶら下がっている。写真5では防水層だけではなく、下地の断熱材も損傷を受け、屋上からどこかへ飛ばされてなくなっている。

時々台風直後のテレビ等のニュース番組で、防水層が空を飛んでいる場面が興味本位的に放映されることがあるが、とんでもないことである。写真6は防水層が建物下の駐車中の車を直撃したものである。幸い人身事故にはならなかったが、もし車内に人がいたらと思うとぞっとする。