

二・三の建築材料について

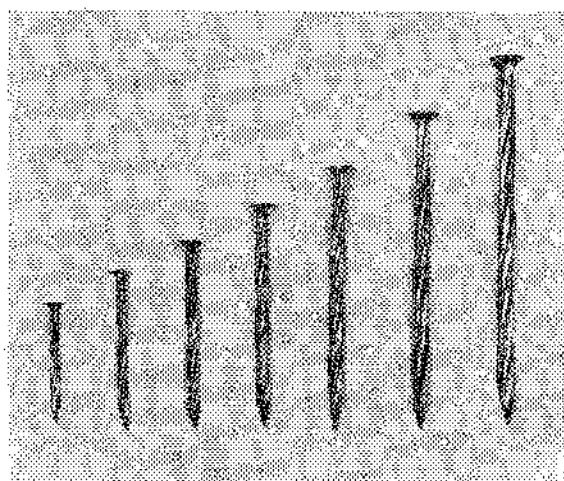
大阪大学教授 奥 島 正

建築材料を数年前迄は原料の粗悪、工場の未整備等の為良質のものを得る事が困難であり、又その種類も少なかったが、工場の整備も進み又内外よりの原料の入手も可能となるにつれて各種のものが生産されるに至つた。加えて外国より新製品が市場に現われる段階となつて現在では建築材料の入手、撰択はかなり容易である。

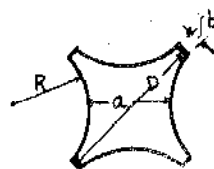
建築材料といつてもその種類は甚だ多く、又例えば劇場の廊下等の仕上材料として用いられるゴムスポンジの様な高級なものから、他方では約2尺×3尺の亜鉛鍍金鉄板にメラミン系合成樹脂塗料を焼付けてタイル張と同様の外観に仕上げた、いわばタイル張の代用品といった低廉なもの迄あり——尤もかようなものも使用箇所及用途に応じては価値あるもので、例えば北海道の様な寒地ではタイルが剥落し易いので需要があり、又寒地に限らずともタイル張りに比して低廉な価格の故に利用されている。それらをあげかけると相当な種類になるので、ここでは近頃市場に現われた二、三の材料について簡単に述べよう。

1. 捻回した金釘

木材又は他の材料を木材に取付けるには普通、釘が用いられる。釘には木釘、竹釘、金釘の種類があるが、その中で普通最も多く使用されるのは金釘である。金釘には又丸釘と木捻の二種があり、夫々使用箇所に応じて何れかが用いられている。丸釘は施工が簡単で価格も低廉であるため広く使用されるが、その接合機構は主として丸釘表面と木部との摩擦によつてゐる為に、木捻の様に木の繊維は釘表面とが機械的に引掛つてゐるものに比して引抜耐力が小さい。そこで丸釘の様に簡単に打込め、且木捻の様に機械的附着を与えるために捻回した金釘が考案せられた。

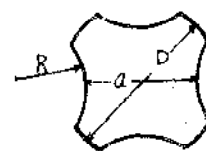


第 1 図



$$D = \text{釘径} \quad a = D/2 \\ b = 0.1D \quad R = D/2$$

4・3・2・1 1/2・1 1/4・1 吋
の場合



$$D = \text{釘径} \quad a = 0.65D \\ R = 0.45D$$

3 7/8・2 13/16・1 7/8
1 3/32 吋の場合

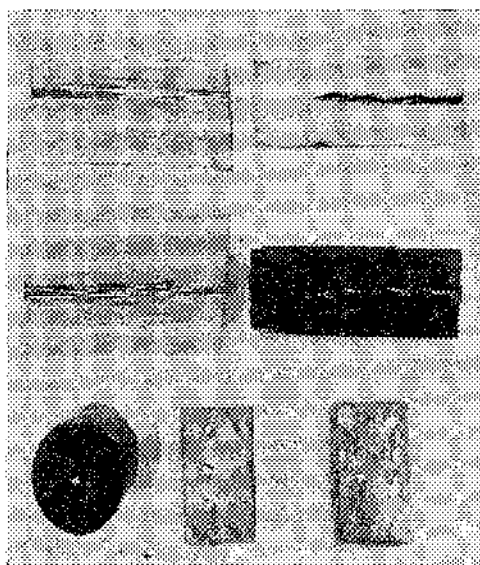
第 2 図

この釘は第1図の如き外観をもちその断面は第2図の如くである。その製法は普通の丸釘用の針金を第2図の断面をもつ孔を通して常温で引抜き、これに捻回を与えて、所要の寸法に切断して仕上げたもので、材料の消費量が少いから重量は同寸の丸釘に比して軽い。丸釘と捻回して釘との寸法、重量を比較すれば第1表の如くである。

第 1 表

釘種類	長(in)	直 径 (mm)	一本重 量 (g)	重量比	捻回度
丸	4	4.6	10.73	1	0
捻	4	4.6	8.50	0.79	0.8
捻	3 7/8	4.3	8.35	0.78	1.25
丸	3	3.37	5.42	1	0
捻	3	3.61	3.87	0.71	0.8
捻	2 13/16	3.50	4.25	0.78	1.25
丸	2	2.80	2.44	1	0
捻	2	2.80	1.73	0.71	0.8
捻	1 7/8	2.84	1.80	0.74	1.50
丸	1 1/2	2.11	1.00	1	0
捻	1 1/2	2.33	0.72	0.72	0.5
捻	1 13/32	2.25	0.80	0.80	1.25
丸	1 1/4	1.83	0.739	1	0
捻	1 1/4	2.12	0.548	0.75	0.5
丸	1	1.65	0.454	1	0
捻	1	1.85	0.335	0.74	0.5

かような断面の釘を打込むとき、これがそのまま回転せずに木材中に進めば木材繊維を切断すると思われるかも知れぬが、実際に打込んでみると最初の打撃で生じた木部中の溝に沿つて恰も木捻の様に回転しながら進んで行く。この釘が打込まれた木部断面の状況は第3図の如くである。即ち木部の繊維はあまり荒されてゐない。従つて引抜きに対し機械的接触による抵抗が丸釘よりも大



第 3 図

きいのはこれが原因であろうと思われる。

次にこれを使用して当実験室で行った引抜試験の結果を掲げよう。実験の目的は丸釘との耐力の比較にあつたので同一角材から切取った木材に夫々丸釘及び捻回した釘を打込んでその耐力を比較することにした。使用木材は杉及び松の気乾材で、釘は大凡そ全長の60%程度を打込んだ、木材繊維に直角に打込んだ場合の両者の耐力比を掲げると第2表、第3表の如くである。第2表、第3表は1～3個の試験体の平均値である。同表に見る如く

第2表 (杉材)

釘種類	引抜耐力比
丸 4"	1.0
捻 4"	2.2
丸 3"	1.0
捻 3"	1.7
丸 2"	1.0
捻 2"	2.3
丸 1½"	1.0
捻 1½"	1.4
丸 1"	1.0
捻 1"	1.7

第3表 (松材)

釘種類	引抜耐力比
丸 4"	1.0
捻 4"	2.2
捻 3½"	1.4
丸 3"	1.0
捻 3"	1.7
捻 2½"	1.3
丸 2"	1.0
捻 2"	2.3
捻 1½"	1.4
丸 1½"	1.0
捻 1½"	1.6
捻 1½"	1.5
丸 1¼"	1.0
捻 1¼"	1.1
丸 1"	1.0
捻 1"	1.6

捻回した釘の引抜強度は丸釘よりも優れていることが分る。又木材繊維に平行に打込んだ場合の実験に於ても1" 1¼" 捻回した釘は同寸の丸釘よりも70%程の強度増加が認められた。かくの如き耐力増加の原因は、前に述べ

た如くその表面が木部繊維に引掛り、従つて機械的附着が増大する為であろうと思う。

尚釘は引抜き作用をうける他、構法によつては剪断されんとする場合もあり、特に建築構造では後者の作用をうける構法が多い。それで単剪の場合に就いて実験を行つてみた。その場合釘直径を d 、取付けられる板の厚さを a とすると、丸釘による stoy 氏の実験によれば a/d が6～8程度の場合最も強度が大きいから、捻回した釘の場合もこれに準じて a/d を6～8程度にとつた。その結果を第4表、第5表に示す。但し同表は丸釘と捻回した釘の単剪強度の比を夫々の釘寸法について求めたものである。又剪断試験に於て破壊は木材の減込み又は釘頭

第4表 (杉材)

釘種類	単剪強度比
丸 1½"	1.00
捻 1½"	1.04
丸 1¼"	1.00
捻 1¼"	1.12

第5表 (松材)

釘種類	単剪強度比
丸 4"	1.00
捻 4"	1.38
捻 3½"	1.14
丸 3"	1.00
捻 3"	1.07
捻 2½"	1.06
丸 2"	1.00
捻 2"	1.02
捻 1½"	0.96
丸 1½"	1.00
捻 1½"	0.98
捻 1¼"	1.03
丸 1¼"	1.00
捻 1¼"	0.97

の減込みにより生じ、釘が直接に剪断される事はなかつた。尚破壊時の最大変位は捻回した釘の場合、同寸法の丸釘の場合よりも大凡そ70% (但し4"釘の場合のみ約50%) 大であり、又丸釘より少し短い捻回釘の場合は丸釘と略々同じ最大変位 (但し 3½"釘の場合のみ約11%大であつた) を示した。それらは主として釘断面積による曲げ剛性の大小が原因であろう。上述の如くこの釘は丸釘に比し剪断強度は略々同様、引抜強度は優れているものと云い得べく、従つて木構造部に使用して木材の反曲による釘の引抜かれを防止するに有利であると思われる。

2. 薄い石綿スレート

石綿とセメントで作られる石綿スレートは波形、又は平板として生産されている。石綿スレートに用いられる石綿は主として蛇紋石系石綿である温石綿が使用され、このものは撓性及び引張強度、耐火性に富み熱の伝導性も割合少い。従つてこの石綿をセメントに混入して曲げに耐える様に作つたスレートは耐火、耐久的で、熱遮断性にも富みその利用も盛であるが、従来の製法によると石綿スレートにある程度の曲げ強度を与えるためにはその厚さを増さねばならず、従つて重量も大とならざるを

得なかつた。又可撓性少きため壁面、天井等が曲面をなす所ではその使用が不可能な状態であつた。これらの欠点を補うために最近我国でも可撓性の薄肉平板石棉スレートが生産されるに至つた。これまでのスレートはセメント量85%、石棉量15%の割合で混合したものであるが可撓性薄肉スレートではその断面の一部をセメント量50~60%、石棉量50~40%の割合に混合したもので、石棉量が従来のスレートに比し多量に混入されている事が特徴である。実験によればスレートに混入する石棉量は略々25%に達する迄はスレートの曲げ強度が増大し、それ以上を混入すると強度が稍々低下する。従つてスレート全体に涉つて石棉を40~50%を混入すると強度の低下が起るのであるが、この可撓性スレートでは特殊の製造工程を用いて断面の中央部では石棉が25%、引張側にのみ40~50%混入する様製作されている。又普通のスレートでは成型時の加圧力が 40kg/cm^2 前後が普通であるがこのスレートでは 120kg/cm^2 程度として曲げ強度の増大、吸水率の減少をはかつている。曲げ強度については筆者も実験を行つた。試験片は山9.4cm、長45.3cm、厚0.293mmのもので、これをスパン35cmで中央に載荷して曲げを与えた所、その曲げ破壊係数は 357kg/cm^2 であつた従つて従来のスレートに比し2倍程度の強度をもつものといえよう。

このスレートはその表面近くに石棉量が多量に配置されているため、相当の彎曲に耐え、且衝撃に対して従来のスレートに比べ大なる事が特徴である。彎曲試験は筆者は之を行つた事がないが、3尺×6尺の平板では2mm厚のもので半径40~50cm、3mm厚のもので半径50~55cm、4mmのもので半径70~80%程度の曲率で彎曲するといわれている。第4図はその彎曲状況を示す。又施工に当つて従来のスレートではその釘打ちに際して予めドリルで孔をあけておく必要があるが、このスレートでは直接普通の金釘を金槌で打つければよい。尚この平板スレートに浪形をつけたものも最近製造されて居り、その厚き6mmのも

第4図



は従来の8mm厚浪形スレートに比し強度、衝撃抵抗が50%上昇する由である。第5図は此の浪形スレートのテスト状況を示す。

第5図

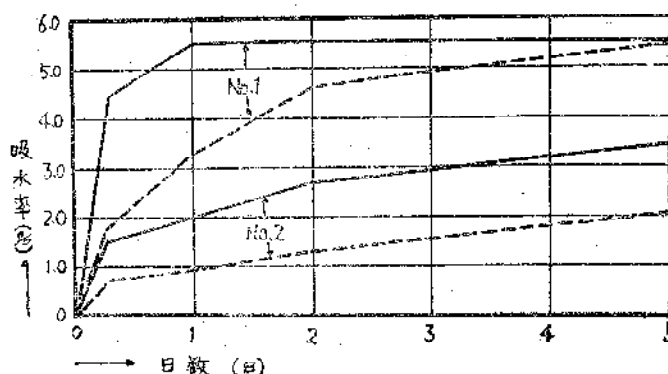


3. 撥水劑

シリコーンは化学的に安定であり、耐熱性、耐寒性、撥水性、耐水性を有し、又電気的特性が優秀なることにより近時頗る注目されている材料である。シリコーンの基本分子構造は珪酸一酸素結合よりなりこれは炭化水素が結合している。かようなシリコーンは天然には産せずすべて合成されその種類は多く、流動体、固体として生産されている。最近建築関係ではシリコーンの撥水性に着目し、之を用いた撥水剤が利用されているのでそれに就いて述べよう。

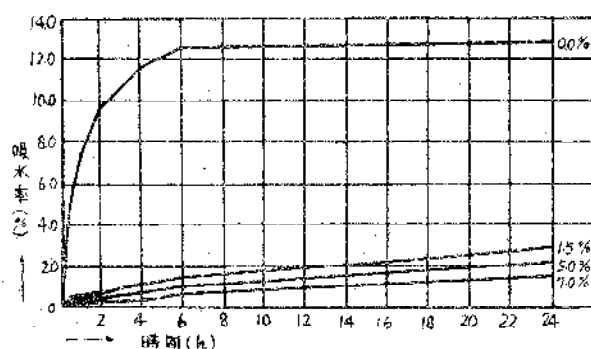
現在日本で市販されている撥水剤は主として米国のGeneral Electric Co. 或いはDow Corning Corporation から輸入された原液を基として居る。G.E.のシリコーンはSR53, D.C.のはXR129Gという番号のもので、SR50は水溶性であるが、SR53, XR129Gは添剤としてキミロール、トルエン等が用いられている。之等を用いた撥水剤をモルタル、コンクリート、木材等の表面に塗布すると乾燥後、モルタルコンクリート等の構成粒子、木材の繊維は極めて薄いシリコーンの被覆で覆われ、撥水性をもつに至る。上記のシリコーンは粘度が比較的低いので微細な空隙にも滲透し、煉瓦に塗布した場合SR53は1.5~3.0mm程も滲透する由である。然しコンクリートはコンクリート等の空隙を遮断するものでなく、粒子自身の撥水性を大ならしめるものである。当実験室で行つた実験の結果を掲げよう。第6図は配合比(重量比)1:2水比65%の $4\times 4\times 16\text{cm}$ モルタルの浸水試験結果である。充分乾燥した試験体にXR129Gを4%、石油に溶かしたものを全面に塗つたものと、塗つてないものを全面浸漬し、5時間における吸水率を測定したのであるが(國中実線は無処理の場合、点線は処理の場合を示す。尚試験

第 6 図



体No1は浸漬前の重量約500gr、No2は約530grでNo1の方が空隙量の多い場合である）、その結果によれば浸漬後暫くは処理品の方が小さいが5日目になるとNo1では処理品も無処理品も殆んど同じ吸水率を示す。これより本剤は吸水の速度を遅らすものであつて、所謂防水剤でないことが分る。No1よりも空隙量の少ないNo2では浸漬5日目でも無処理品のそれよりも未だ小さいことが認められよう。本剤は撥水剤であるから外壁面或いは傾斜した面の表面に塗布すればよく、これに水がかかると恰も蓮の葉の上の水玉の如くに水ををはじき、落下せしめる。傾斜した面に撒水した場合の試験として東京工大で行わたものの結果をおげると第7図の如くである。この試験は

第 7 図



10×10×0.8cmの石綿スレートにXR129Gの1.5、5.0、7.0%溶液を夫々塗布し、乾燥後45°に傾斜させて、無数の小孔より水を鉛直に撒水した場合の吸水率を測定したもので、無処理の場合よりも遙かに小さい吸水率となる事が分る。かように撥水性が大なるため汚水による壁表面の汚れも防止し得られ、又壁面への水の浸透も少きためモルタル、コンクリートの風化も防止し得られる。又水のかかる本部に塗れば吸水により狂いを防ぎ得る利点もある。かような建築物への応用はかなりあり、又本剤は塗布後、元の表面に何等着色しないので好都合であるが問題は其の耐久性の如何である。我が国に紹介されたのは極く最近であるのでこの点に就いては今後の結果に俟たねばならぬ。

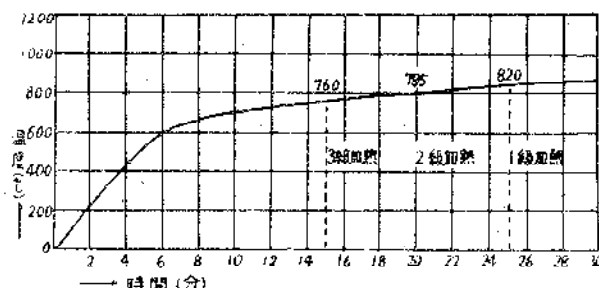
4. 発泡性防火塗料

木材に塗師する防火塗料としては従来、滑石粉、珪藻土、粘土、石綿、マグネシヤヒメント等の如き不燃物質を混入したものと、磷酸アンモニウム、塩化アンモニウム等のアンモニウム塩を用いて不燃性ガスを発散せしめるものとあるが、かかる塗料の薄い膜で木材を防火的たらしめる事は困難である。特に最近 JIS により防火塗料の性能が規定される様になつてからは従来の塗料は殆んど不合格となつてゐる。

木材は塗料を塗布して防火的たらしめる為には、単にその塗膜が燃えないというだけでは不充分である。何故なれば木材はその表面温度が約260°Cに達すると自然に発火するものであるから、塗膜が燃えなくともそれが熱を伝導し木材表面を加熱するからである。一定時間に塗膜の一定面積を通じて伝わる熱量 Q は $Q = A\lambda(\Delta T)/L$ で表わされる。ここに A は伝熱の面積、 λ は塗膜の熱伝導率、 L は塗膜の厚さ、 ΔT は塗膜の両面の温度差である。従つて上式の分子の各値が小、分母の値が大なる程熱の移動量は少く、木材表面の温度上昇は遅くなる。従来塗料では $\lambda = 0.1 \sim 0.7 \text{ kcal/m.hr.}^\circ\text{C}$ 程度、 L は1mm以下で、又木材表面の始めの温度と水熱温度との差 ΔT は700~1000°C位であるが、この中 ΔT は変らないから Q を小さくするためには λ を小、 L を大とするの他に東大総合試験所松井研究室では此の点に着目し従来の防火塗料よりも甚だ優れた発泡性塗料を考案された。この塗料はチオ尿素樹脂、磷酸アニリン、磷酸二水素アンモニヤを主剤とするもので、火熱に遭うとその成分が分解して炭化物質とガラス状物質よりなる厚い多泡性被覆膜を作るものである。この被覆膜が生ずるとその熱伝導率 λ は上記の値の数分の一となり、又膜の全厚 L は7cm近くになるので、他の条件が同じならば従来の防火塗料に比し木材面に伝わる熱量 Q は数百分の一となるから木材の表面温度上昇は遅く、これをその発火点以内におさめる事も可能となるし、或いは発火点に至るまでの時間を遅くする事が出来、その間に消火活動も可能となるのである。

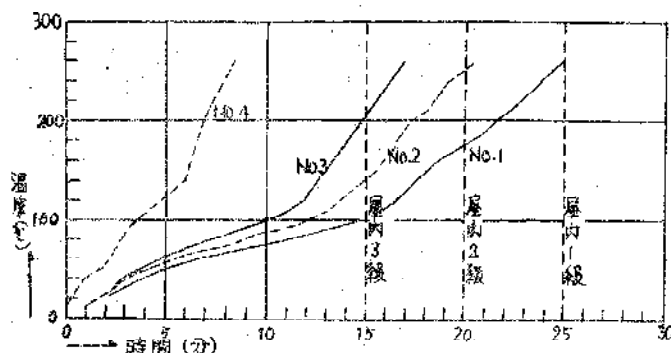
次にこの防火塗料の性能を紹介しよう。JISA1301では木造建築用防火材料の防火試験方法を規定しているが

第 8 図



その中で屋内用材料の加熱温度として火災規模に応じ1級乃至3級を定めている。これを図示すれば第8図の如く、この図の如く加熱して夫々25分、20分、15分以内に塗料に接する木材表面温度が260°Cに達しなければ、かかる塗料は夫々1級乃至3級の加熱試験に合格するものとする。今木材にこの塗料を夫々1.12mm（試験体番号No1）、0.79mm（同No2）、0.41mm（同No3）を塗布したものの加熱試験結果は第9図の如くであり関西ペ

第9図



ント会社の資料による、これによつて塗布厚が大なれば1級加熱にも耐えることが分る。尙同図には参考のため従来のマグネシヤセメント系塗料を1.5mm厚に塗つたもの（試験体番号No4）の場合も記入してあるが、これは発泡性塗料に比し性能の劣る事も分る。尙本塗料の効果の持続性であるが、これについては東大浜田研究室でこの塗膜の老化試験が行われた。即ち試験体を塗料後1ヶ月放置し、次後1日について100°C空気浴中に6時間入れ次に温度30°C、湿度90%中に18時間放置する操作を5日間繰り返した後JISによる防火試験を行つた所、老化による防火性能の減退は認められず、又本塗料は尿素樹脂を含むので木材への接着力も極めて良く、上記の老化試験中塗膜の剥離もなかつたという。然し水漏をうける個所ではこれに上塗を塗布する方が耐久性が増大する様である。但しその場合は発泡がある程度押えられるので防水性能は少々劣る。

プレストレスト・コンクリートその他

竹中工務店技師長 日 野 勝 好

（鶯谷教授紹介）

まえがき

新しい建築材料は建築の構法や施工技術の改革を要求するものである。例えば木造万能時代は大工中心主義であつたが、鉄筋コンクリートや鉄骨構造の発達は一理論中心主義になる。戦後の新材料の普及はやがて建築工法に科学的な取扱いと更に化学的取扱い方の工夫研究の必要を促進するのではなからうか。

新しい建築材料としてプレストレスト・コンクリートとシリコンの建築への応用に関する極く簡単な御紹介をする事にする。

内 容

A. プレストレスト・コンクリート

B. シリコンの建築への応用

A. プレストレスト・コンクリート

コンクリートの引張強度は圧縮強度の1/10位しかなく、従つてコンクリートを梁として利用する場合、その引張側は不経済であると同時に危険でもある。コンクリートのこの欠点を補うために鉄筋コンクリートが考えられたわけであるが鉄筋コンクリートでもスパンが非常に大きくなると、相当な鉄筋を用いてもコンクリートの引張側に

出るひびわれは之を防ぐ事が出来ない。引張強度及び伸びの大きいコンクリートの出現が要請される様になつたのはこういふ所に原因する。この要請に応ずるために荷重を加えた際生ずる応力と反対の応力を予めその部材に加える事によつて荷重を受けた際に起る応力を打消す事が考えられたのは今から約70年前の事であつた。その後この理論が解明されるのに約50年かゝつたが、今から約10年前頃より少しづつ実用化される様になつて来た。最初加えておく応力をプレストレスといふ、このコンクリートをプレストレスト・コンクリートという。

普通の構造用鋼を用いて比較的小さいプレストレスを加えても、コンクリートの弾性変形、収縮、クリープ等の為にプレストレスの大部分は消滅してしまう。従つてプレストレスト・コンクリートの発達は非常に高強度に鋼とコンクリートの出現を前提とした。高強度の鋼線とコンクリートとを用いて、最初にプレストレスト・コンクリートを作る事に成功したのはフランスの Freyssinet で同氏はこの原理について昭和7年に日本の特許をとつた。

2. 製 作 方 法

プレストレスト・コンクリートを作る方法は大別して