كُتيِّبات في حماية التراث الثقافي السوري ، المجلد ٣

المبادئ والإجراءات المتّبعة لصيانة الأجسام المطلية

إعداد : يوكو تانيغوتشي

تعريب: ناهد المرعي

ساري جمو

Booklets for Protection of Syrian Cultural Heritage, Vol. 3

Principles and Procedures of Conservation for Painted Objects

Yoko TANIGUCHI

مركز أبحاث حضارة غرب آسيا

جامعة تسوكوبا

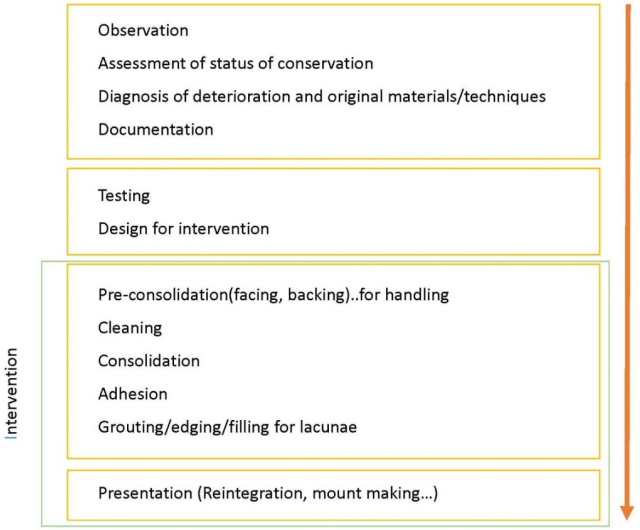
وكالة الشؤون الثقافية في الحكومة اليابانية

Agency for Cultural Affairs, Government of Japan

University of Tsukuba

Research Center for West Asian Civilization

Principles and Procedure of conservation intervention for painted objects



• Pre-consolidation(facing, backing)	Necessary? or Not Necessary?
• Cleaning	Necessary? or Not Necessary?
• Consolidation	Necessary? or Not Necessary?
• Adhesion	Necessary? or Not Necessary?
• Grouting/edging/filling for lacunae	Necessary? or Not Necessary?

<u>If it is not necessary, do not insist to execute any step of intervention</u>
<u>Do not insist on initiating any unnecessary steps of intervention</u>

<u>Principles:</u>

Minimum intervention

As little as possible to mitigate later contamination (conservation materials, modern materials)

Before starting any intervention…

For what reason do you wish to undertake interventions?

- To make it look better?
- To prove to yourself or the museum, "I made it!"
- To maintain the shape?
- For display purposes? (why is it not good to exhibit as it is??)
- To slow down the on-going deterioration?

Can't you find any alternative solution?
Any preventive measures?
Any copies for display?

Keep in mind…
You are dealing with ancient original objects. Irreversible action!!

Intervention is the most visible action
… therefore dangerous

Routine work is also dangerous
Each case should be carefully examined

Where to stop?

Cleaning:
- Original surface
- Patina
- Later treatment

Consolidation:
- Which degree?

Reintegration/retouching?
- Toning?
- Image reintegration?

Keep your cotton swabs and check with your colleagues

Often conservators tend to do more than necessary

Preconsolidation

Preconsolidation:

(1) "Temporary consolidation measurement" before handling, cleaning, further conservation action.

Often it is removed afterwards

Facing
Backing

Rayon sheet
Polyester sheet
Thin Japanese paper (*kozo*)
Non-woven fabric
Linen (for backing)

Methyl cellulose solution (water soluble)
Gelatin (water soluble)
Funori (water soluble)
Paraloid B72 (solvent soluble)

(2) It provides good surface preparation for further stages.

(3) It works as a temporary water impermeable layer/area, and protection.

i.e.
Cyclododecan ($C_{12}H_{24}$) with hexane + IR heat (sublimation)

Application methods

- *Spraying*: Kuramata spray, ultrasonic humidifier (extra small water particles)
- *Injecting*: capillary effect
  consolidants + i.e. ethanol (to reduce surface tension)
- *Brushing*: with/without heating
- *With a sheet*: with/without heating
  i.e. silicon sheet

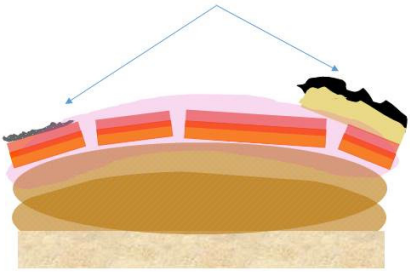
(2)

Example: Earthen wall painting (outdoor)

- To create an impermeable layer
- To stop powdering of the rock surface

Preconsolidation of the cracks and edges using Primal E330S in ethanol before edging/grouting.

(3) Deposits to be cleaned



- Flatten curled surface
- Soften the deposits

- Permeable consolidant?
- Diluted? Thick solution?

Fragile painting structure

Thin solution (diluted)... deep penetration, weak adhesion
Thick solution... retaining of the surface material, rather strong adhesion

Cleaning

What should be removed from the painted surface?

Each case requires different methods and materials

Accumulation
- Dust
- Soot
- Biological deposits
- Organic products (i.e. fatty acids, proteinous materials)

Crystalised on the surface
- Salts (soluble salts/insoluble salts)
- Whitening of varnish

Later intentional addition (past intervention)
- Varnish
- Inpainting
- Filling

Others
- Alteration/darkening of pigments .... (not easy)

- Mechanical
- Chemical
- Biological

Brushes
Erasers
Scalpels
Ultrasonic scalpels
Laser

Concerns

Damage
Speed
Cost
Controllability

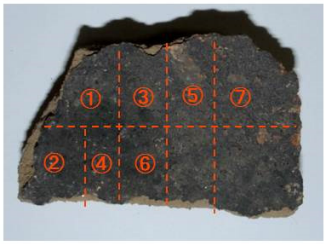
Basically dry methods (sometimes soften/moisten with minimum amount of water vapor)

Cleaning test *prior to* actual cleaning intervention

- Scientific observation (thickness, surface condition, chemical components…)
- Solubility test (i.e. TEA's triangle)

Case study: Bamiyan Cave E - wall painting (dark deposits on water soluble painting)

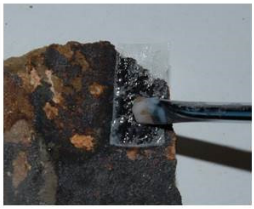
Cleaning test for materials and application methods



No.	Cleaning agent	Application method	Contact time
①	DI water	Cotton swab	5 mins
②	Emulsion	Cotton swab, white spirit (rinse)	5 mins
③	DI water	Cotton swab	12mins
④	Emulsion	Cotton swab, white spirit (rinse)	12mins
⑤	DI water	a) intervention layer (Japanese paper #500) +carbogel, b) Cotton swab ＋DI water	5mins (a)
⑥	Emulsion	a) Intervention layer (Japanese paper #500) + carbogel b) Cotton swab +Emulsion c) white spirit (rinse)	5mins (a)
⑦	Emulsion	a) Intervention layer (Japanese paper #500) +carbogel b) Cotton swab ＋Emulsion c) white spirit (rinse)	5 mins (a)

Sol-gel: gelling agent + solvent

i.e. Carbopol



Controlling contact/evaporation speed

- plastic covering to slower evaporation
- RH control of the working space
- using absorbents (i.e. Arbocel)

Intervention layer (rayon, Japanese paper, etc.)

- Mechanical
- Chemical
- Biological

Solvent based

- Volatile solvents
- Polarity

Aqueous based

- Non-volatile solvents
- Acids/Bases
- Surfactants
- Detergents
- Emulsions
- Chelates

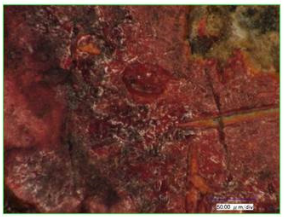
Concerns

Stains
Redeposition
Whitening, blanching

Stains
Redeposition
Buffers

Residues

Clearance issues



TEA emulsion

- Mechanical
- Chemical
- Biological

Enzymes — Protein produced in living cells, capable of catalytic activity (Metzler 1977)

Examples

- Oxido-reductases: *glucose oxide + oxygen*
- Transferases: *transaminase + vitamin B6*
- Hydrolases: *papain + cysteine*
- Lyases: *pyruvic decarboxylase + thiamine pyrophosphate and* Mg^{+2}
- Isomerases: *glyceraldehyde isomerase*
- Ligases: *glutamine synthetase +* Mg^{+2}

temperature, pH effect

Lipase: catalytic effect to fatty acid and glycerol compounds: *hydrolysis*

Volatile solvents
- Polarity
- Evaporation speed
- Toxicity

Non-volatile solvents
- Water (de-mineralised water: DI)
- Hydrogenperoxide (H_2O_2)
- Acids
- Bases

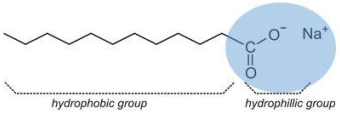
Neutralisation: precipitation, salts

- Toxicity

Toxic <<< Less toxic material

i.e. Buthylamine, Triton X100 ...
→ Environmental/health issues
→ How to deal with wastes
→ Conservator's work environment

Surfactants

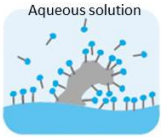


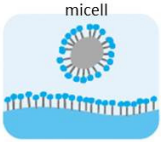
a soap

Lower surface tension

Non-ionic detergents

- Triton X100
- Aerosol OT
- Nonaidet P40
- Tween 80





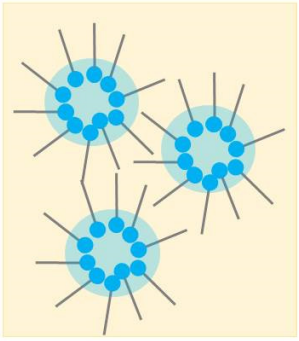
+ dionised water, gelling agents
(CMC, HPC, MC, carbopol [polyacrylic acid]

categories	In water (hydrophilic head)
Anionic (-)	Anion: negative charge
Nonionic	Possible to balance between hydrophilic/hydrophobic properties of surfactants
Cationic (+)	Cation: positive charge
Amphoteric (+/-)	both: mixed with other surfactants

Emulsions

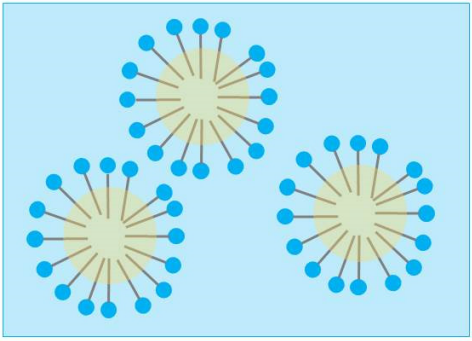
- A dispersion of two mutually immiscible or insoluble liquids (i.e. oil and water)
- Usually it contains a surfactant (emulsifying agent)

w/o type (water-in-oil)



i.e. butter/margarine

o/w type (oil-in-water)



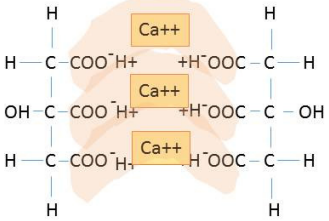
i.e. mayonnaise

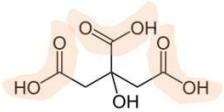
Chelates

Form complexes *with metal ions* in both aqueous and non-aqueous environments

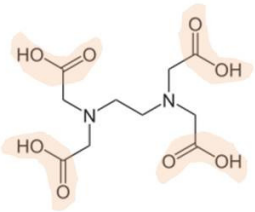
-> Catch certain metallic ions
(i.e. Al, Ba, Ca, Cd, Co (II), Cr (III), Cu (II), Fe (II), Hg (II), Mg, Ni, Pb, Zn)

Effective in removing certain salt crystals, inorganic deposits, stains, etc.
However, use risks losing original metallic pigments



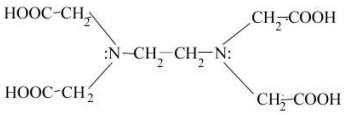


Citric acid



Ethylenediaminetetraacetic acid
(EDTA)

Chelate agents + gelling agent/poultice
(CMC, MC, microcellulose pulp)



structure of EDTA

Clearance issues

Residues

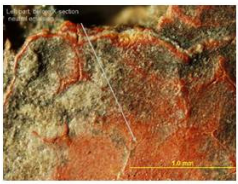
Risks:

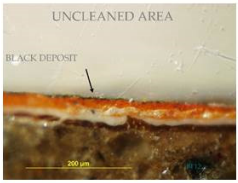
- Re-distribution of dirty deposits to wider/deeper areas
- Blanching problem → fast evaporation rate of organic solvents

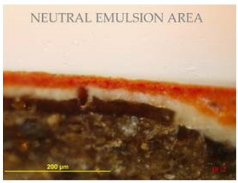
Evaluation of surfaces before/after cleaning

- Residue materials
- Surface condition (roughness, etc.)
- Colour changes
- Property changes

.....







Important:
Scientific observation and monitoring
(i.e. FTIR, SEM, microscopes...) possible changes in molecular levels

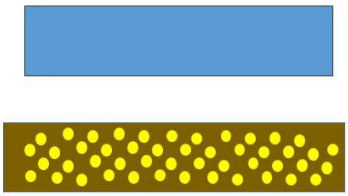
On-going oxidisation process (i.e. oil paintings):
→ Even old works of art are not completely "dried" yet
→ Aggressive cleaning materials may influence the original materials

Desalination (soluble salts, insoluble salts: crusts)

- Dry mechanical method

- Chemical method
- Aqueous
- Ion-exchange resins (anion/cation)
- Transforming to surface consolidant
  - $CaSO_4 + Ba(OH)_2$ ---> $BaSO_4 + Ca(OH)_2$
  - $CaSO_4 + (NH_4)_2CO_3$ ---> $(NH_4)_2SO_4 + CaCO_3$

poultice



Substrate + salts

Need careful examination... aqueous treatment is always intrusive

Poultices: clays (sepurite, etc), cellulose powder (different fibre lengths)
+ ion exchange resins
+ methylcellulose (binder)
+ DI

Longer contact time: better penetration and absorption

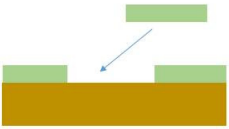
Further reading on cleaning issues:

Richard Wolbers (2000) *Cleaning Painting Surfaces: aqueous methods*, Archetype Publications, London

Dusan Stulik, David Miller, Herant Khanjian, Narayan Khandekar, Richard Wolbers, Janice Carlson, and W. Christian Petersen (2004) *Solvent Gels for the Cleaning of Works of Art: The Residue Question (Research in Conservation),* Valerie Dorge (ed.) Getty Conservation Institute, Los Angeles

Talarico, Fabio; Caldi, Cristina; Valenzuela, Marisol; Zaccheo, Carla; Zampa, Alessandra; and Nugari, M.P., Applicazioni dei gel come supportanti nel restauro. (Some application of gels in conservation.), *Bollettino ICR* no. 3 (2001), pp. 101-118

Adhesion and Consolidation



Original material > adhesives

Removable, retreatable

Materials for adhering paint layer(s)

Water soluble: *funori*, gelatin, hide glue, starch glue (wheat flour)...
methyl cellulose (MC), hydroxyl-propyl cellulose (HPC), Krucel G

Solvent soluble: Paraloid B72, Plexsol...

Application
With syringe, brush, spatula (heated spatula)

Consolidation → Surface Consolidation

Materials for consolidating paint layer(s)

Water soluble: *funori*, gelatin, hide glue
methyl cellulose (MC), hydroxyl-propyl cellulose (HPC), Krucel G

Solvent soluble: Primal E330 dispersion (in ethanol)

Application
With syringe, brush, spatula (heated spatula) over silicon sheet

Often excess/unnecessary surface consolidation is favoured

To prevent/protect from ???

- Surface powdering?
- Wind?
- Human contact?
- Vibration?
- Ultraviolet?
- Biological damage?

Most surface consolidants cannot be chemically/mechanically removed

Negative impacts

- Interfere with future organic analysis on the original material
- Alter to darker/yellower colour tone
- Saturate colour

Consolidation for friable/crumbling/powdering lime-based plaster or ground

Consider possible inorganic/mineral options instead of synthetic organic binders

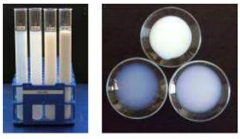
Example of lime-based consolidant

Technical Leaflet

IBZ-Salzchemie GmbH & Co.KG

CaLoSiL®

Colloidal nano-particles of lime for stone and plaster consolidation



CaLoSiL® in different concentrations

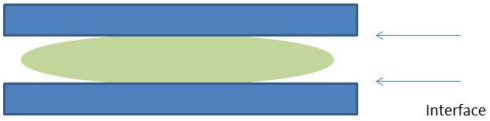
Properties

CaLoSiL® contains nano-particles of lime hydrate [$Ca(OH)_2$] suspended in different alcohols. Typical concentrations are between 5 and 50 g/L. The average particle size is 150 nm. The extremely fine size of the synthetic nano-lime results from its preparation, which is based on chemical synthesis. Ethanol, iso-propanol or n-propanol serves as solvents. Due to the low particle size stable sols are formed that means the solids do not sediment for a long time.

Adhesion and Evaluation

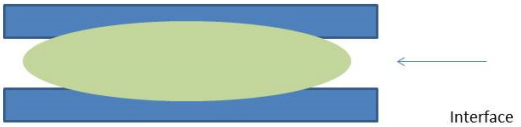
Adhesion

- Mechanical bonding
- Chemical bonding
- Dispersion bonding



Spread and harden up
→ Mechanisms of hardening
- Polymerisation
- Chemical reaction (hardener)
- Evaporation of solvent (water, organic solvents)

Some kinds of glue melt base materials with organic solvent to be glue. In this case, the amount of glue in between base materials should be be minimised.
→ Styrene glue



Classification of Glues

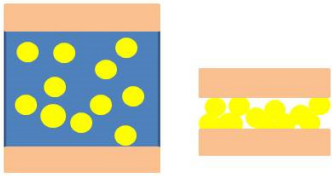
Solid	Heat the solid glue when using it. Hot-melt type.
Emersion	Water based glue with colloidal resin particles . Volume will shrink upon the evaporation of water.
Solvent	Solvent based glue such as acetone, toluene, etc. Volume will shrink upon the evaporation of organic solvent. Cellulose based resin, synthetic rubber resin, etc.
Non-solvent	Non-solvent glue. It hardens with chemical reaction. No major shrinkage. Epoxy resin.

Classification of Glues

Hot-melt type	Melting with heat and returning to a solid at room temperature. Wax and animal glue.
Dry type	Harden upon evaporation of water or organic solvent. Acrylic emersion, synthetic rubber glue, etc.
Moisture curing type	Harden with water vapor in air. Super glue, cyanoacrylate adhesive.
2-liquid reaction curing type	Resin and hardener react chemically and harden. Epoxy resin.
UV curing type	UV curable resin
Anaerobic type	Resin hardens when oxygen is cut from atmosphere

・Starch glue
・Methyl cellulose, carboxyl methyl cellulose
・PVA
・Vinyl acetate emulsion
・Silicone bond
・Animal glue
・Casein glue (lime + protein)
・Cellulose-based adhesive
・Epoxy resin
・Super glue, cyanoacrylate adhesive

Monomer -> Polymer



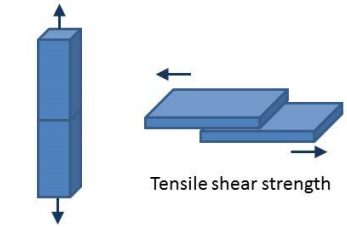
Solvent type resin (water, organic solvent)

Evaluation of bonding strength -> mechanical testing

Tensile strength

Shear strength

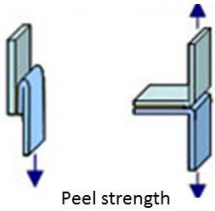
Peel strength



Tensile strength

Tensile shear strength

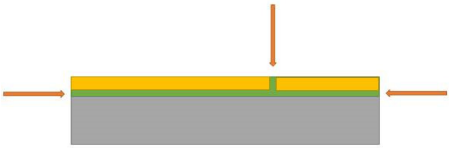
Compression Shear



Peel strength

Grouting, Edging and Filling

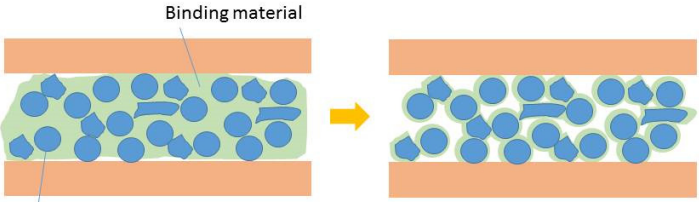
Grouting spaces due to
delamination, detachment, etc.



- Material compatibility with original materials
- Fluidity
- No shrinkage (reduction of volume)
- No staining to original area
- Enough adhesion power to hold substrate and plaster layer
- Colour compatibility with original
- Weight (light weight)
- Possibility of removal in the future (mechanically or chemically)

Materials:

Binding materials + inert fillers

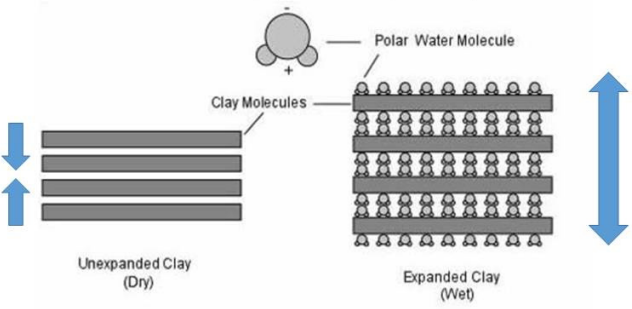


Inert material: does not change volume and will not chemically react with bonding materials

(i.e. microbaloon, crushed pottery sherds, brick powder, tuff powder, volcanic ash, sand...)

Better to use various sizes and shapes of fillers

Water (aqueous binding material)



Usually clay minerals and soils (containing clay) are not suitable as grouting material

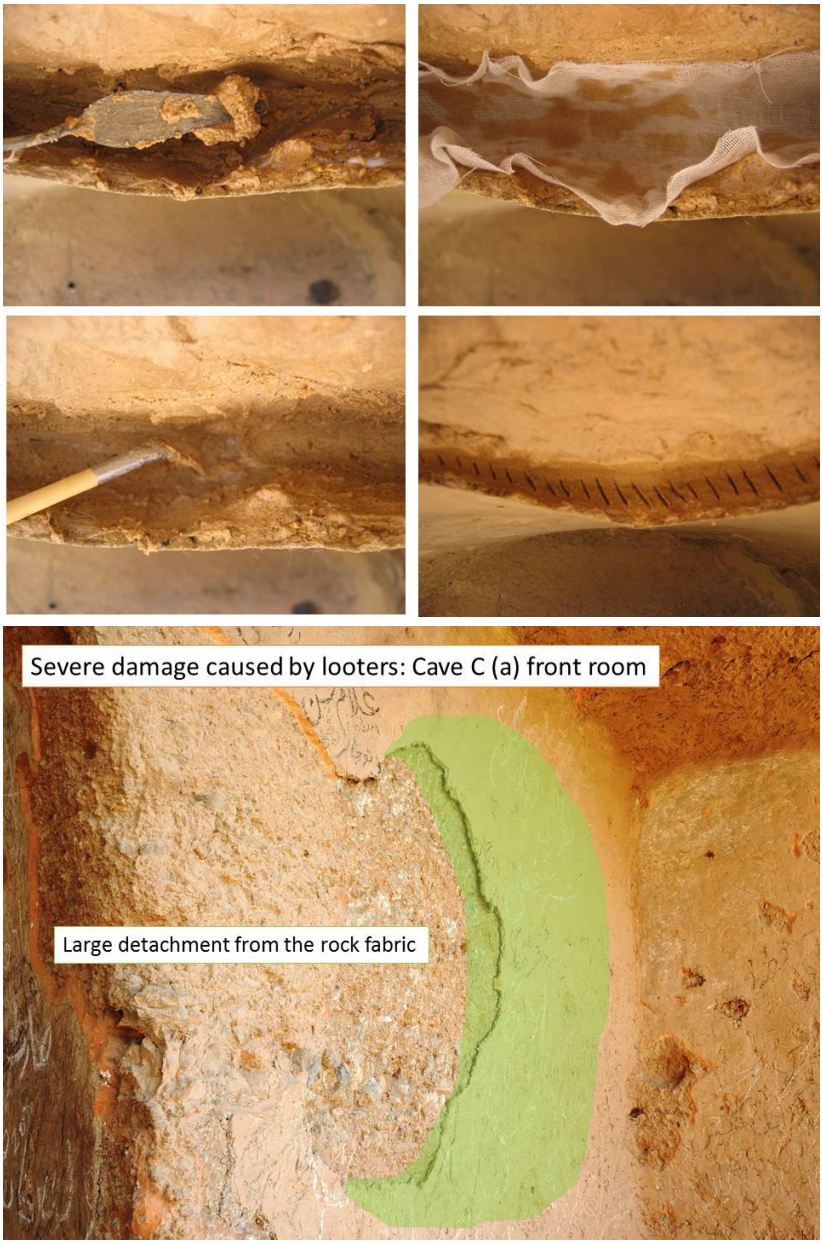
www.tulane.edu/~sanelson/images/clays.gif

Applications:

- Injection (specifically designed high-pressure syringe for mortar grouting, syringe)
- Narrow tubes (flexible)
- Spatula

A soft grouting mortar was injected between the rock support and the earthen rendering.

Detached area (5-7cm) of the top of niche, Cave I. Before intervention.


Severe damage caused by looters: Cave C (a) front room
Large detachment from the rock fabric

Completion of grouting and edging

Edging (for exposed edges)
Filling (to voids/lacunae)

Often ugly edging/filling mortars are re-treated within some decades

- Material compatibility with original materials
- No shrinkage (reduction of volume)
- No staining to original area
- Physically/chemically weaker/softer bonding material than original
- Colour compatibility with original (recognisable as a later addition)
- Weight (light weight)
- Possibility to remove in the future (mechanically or chemically)
- Horizontal level (slightly lower than original surface)

Applications:

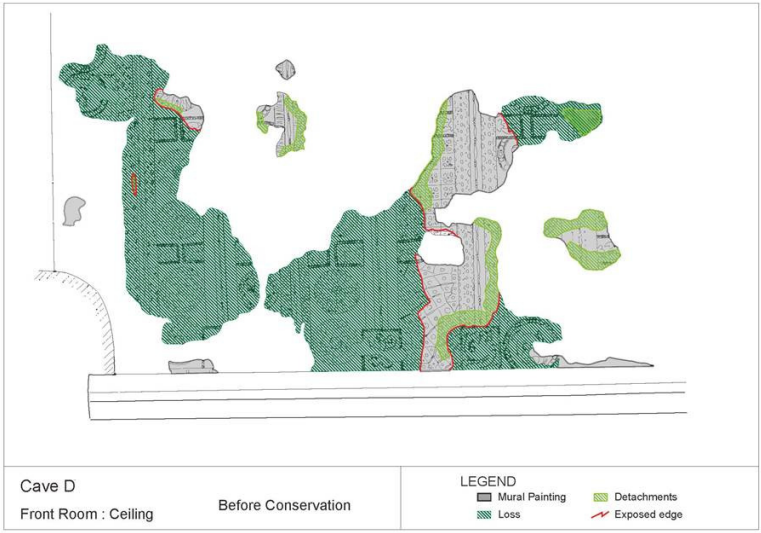
- Injection (for micro-voids, micro-lacunae)
- Spatula
- Pre-treatment for exposed edges (chemical coverage/protection)
- Dry-method + capillarity (for micro-cracks)

Before grouting/edging

After grouting/edging

7 types of mortars for grouting/edging were prepared.

Current state of the paintings of the Cave D front room



Gypsum

Hemihydrate gypsum reacts with water, and becomes gypsum (gypsum dehydrate) and solidifies.

$CaSO_4.1/2H_2O+3/2H_2O \rightarrow CaSO_4.2H_2O$

Less water shortens the working time (mixing time).
Less water facilitates greater expansion and strength.
Lower water temperature causes longer working time (mixing time), and greater expansion and strength.
Longer mixing time causes less working time, and greater expansion and strength.
The filler will change the properties of gypsum (expansion, strength, working time).

Retarder of gypsum

In order to modify the working time, gluconate, citric acid, tartaric acid, malic acid can be utilised.

These organic acids contain a hydroxyl group (-OH) and carboxyl group (-COOH) which combines with gypsum to retard the hydration.
Gluconate > citric acid ≥ tartaric acid > malic acid

The mechanism for retarding the hydration of gypsum by oxy-carboxylic acid is related to the stability of the calcium complex.

[Experiment]

How does the working time change through the use of a retarder (sodium citrate)? Measure the working time with different concentrations of retarder.

Comparison of glues

1. Fish glue (sturgeon glue)
2. Cow skin glue
3. Cow bone glue
4. Rabbit skin glue
5. Funori

A. Colour
B. Bond strength, properties
C. Materials to be glued
D. Concentrations
E. Historical/regional differences

Preparation
Soak it in water (ion exchange water) for 2-3 hours ~24 hours. 100 g of water and 10-20g of glue.
Warm it at low temperature (lower than 60°C to avoid denaturing the protein). Filter the solution.

How to use
Warm the gluing area with a dryer in advance. Use a soft brush to spread the glue on the surface to be glued.
The solution should be kept in a refrigerator.

المبادئ والإجراءات المتّبعة لصيانة وحفظ القطع المطلية

- قبل التدعيم (تلبيس، تبطين) ضرورية أم غير ضرورية؟
- التنظيف ضرورية أم غير ضرورية؟
- التدعيم ضرورية أم غير ضرورية؟
- اللصق ضرورية أم غير ضرورية؟

الحشو والتجصيص، تشكيل الحواف، تعبئة الفجوات ضرورية أم غير ضرورية؟

إن لم تكن اي من الإجراءات السابقة ضرورية فلا حاجة للإصرار على تنفيذ أي عملية أو خطوة تدخّل

المبادئ الأساسية:

الحد الأدنى للتدخل

أقل تلوث لاحق (لمواد الحفظ والمواد الحديثة)

قبل البدء في أي تدخّل...

ما الذي ترغب في تنفيذه بتدخّلك؟

- لجعلها تبدو أفضل؟
- كعمل لتثبت لنفسك أو للمتحف بأنك "قد فعلتها!"؟
- للحفاظ على الشكل؟
- لتُعرض القطعة على الشاشة؟ (لماذا ليس من الجيد أن تُعرض كما هي؟)
- لجعل التدهور الجاري ابطأ؟

ألا يمكنك العثور على أي حل بديل؟
أي تدابير وقائية؟
أي نسخ للعرض؟

تذكر هذه المعلومة دائماً...
أنت تتعامل مع أشياء أصلية قديمة. سيكون التدخل فيها عمل لا رجعة فيه!!

التدخل هو أكثر إجراء واضح للرؤية
...لذا فهو خطير

العمل الروتيني أيضا خطير
حيث يجب فحص كل حالة على حدى بعناية

أين يجب أن تتوقّف؟

التنظيف:
- السطح الأصلي
- الصدأ النحاسي
- معالجة لاحقة

التدعيم:
- إلى أي درجة؟

الإعادة إلى حالة سابقة، التجميل:
- إلى أي درجة؟
- استعادة الشكل؟

احتفظ بماسحات القطن الخاصة وقم بالفحص والتحقق مع زملائك

غالبا ما يميل الأشخاص الحذرون إلى القيام بأكثر من اللازم

التدعيم

قبل التدعيم:

(1) "قياس التدعيم المؤقت" قبل المعالجة والتنظيف وغيرها من إجراءات الحفظ.

وغالبا ما يتم ازالته بعد ذلك

تلبيس
تغليف

ورقة رايون
ورقة البوليستر
ورقة باباتية رقيقة (كوزو)
قماش غير محاك
الكتان (تغليف)

محلول ميثيل السليلوز (قابل للذوبان في الماء)
الجيلاتين (قابل للذوبان في الماء)
الفونوري (قابل للذزبان في الماء)
بارالويد B72 (قابل للذوبان في محلول)

(2) يعطي سطح مُعد بشكل جيد للمرحلة الأخرى
(3) يعمل كطبقة مؤقتة للحماية وللحد من نفاذ المياه

مثال:
سيكولودوديكان (C12H24) مع الهكسان + حرارة IR (معتدلة)

طرق التطبيق

- الرش: رش رذاذ كوراماتا، المرطب بالموجات فوق الصوتية (جزيئات ماء صغيرة إضافية)
- الحقن: التأثير الأنبوبي
  الضمادات + الإيثانول (للحد من الجهد السطحي)

- التنظيف: مع/ بدون تدفئة

- مع ورقة: مع/ بدون تدفئة
  على سبيل المثال ورقة السيليكون

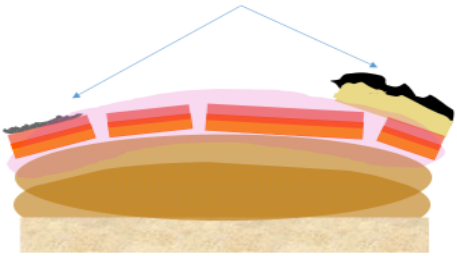
مثال: طلي حائط ترابي (في الهواء الطلق)

(2)

- لإنشاء طبقة غير مُنفذة
- لإيقاف تشكل رذاذ سطح الصخور

قبل تدعيم الشقوق والحواف باستخدام أساس الـ E330S في الإيثانول قبل تسوية الحواف والحقن

(3) تنظيف الرواسب والمخلفات



- تسطيح السطح المموّج
- تخفيف الرواسب والمخلفات

- هل يعزز النفاذية؟
- المحلول مخفّف؟ أم كثيف؟

بنية طلاء حساس سريع العطب

محلول مخفّف... نفاذ عميق والتصاق ضعيف
محلول كثيف... محافظة على سطح المواد والتصاق قوي

التنظيف

ما الذي يجب إزالته من على السطح المطلي؟

كل حالة تتطلب أساليب ومواد مختلفة

التراكم
- الغبار
- السخام
- الرواسب البيولوجية
- المواد العضوية (أي الأحماض الدهنية والمواد البروتينية)

تبلور على السطح
- أملاح (أملاح قابلة للذوبان/ أملاح غير قابلة للذوبان)
- تبييض اللمعة

الإضافات المقصودة اللاحقة (تدخل سابق)
- التلميع
- الترميم
- الحشو

أساليب أخرى
- تعديل/ تعتيم الصّباغ ... (ليس سهلا)

- ميكانيكيا
- كيميائيا
- بيولوجيا

فراشي
محايات
مشارط
المشارط فوق الصوتية
الليزر

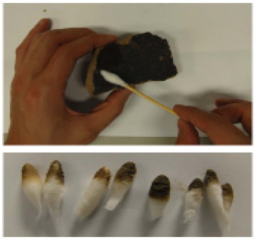
مخاوف

الأضرار
السرعة
الكلفة
التحكم

الطرق الجافة أساسية
(في بعض الأحيان تنعيم/ ترطيب
باستخدام الحد الأدنى من بخار الماء)

اختبار التنظيف قبل إدخال عملية التنظيف الفعلية

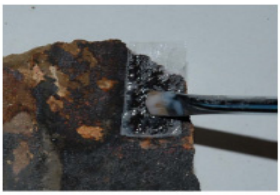
- الدراسات العلمية (السماكة، حالة السطح، المكونات الكيميائية...)
- اختبار الذوبان (أي مثلث TEA)



دراسة حالة: طلاء الحائطb في كهف باميان في افغانستان (رواسب داكنة على الطلاء قابلة للذوبان في الماء)

اختبار التنظيف للمواد وطرق التطبيق

الرقم	عامل التنظيف	طريقة التطبيق	وقت الحك
①	ماء نقي	ماسحة قطنية	5 دقائق
②	مستحلب	ماسحة قطنية، القطارات الكحولية البيضاء (شطف)	5 دقائق
③	ماء نقي	ماسحة قطنية	12 دقيقة
④	مستحلب	ماسحة قطنية، القطارات الكحولية البيضاء (شطف)	12 دقيقة
⑤	ماء نقي	a) طبقات التدخل (الورق الياباني رقم 500) + كاربوجيل b) ماسحة قطنية + ماء نقي	5 دقائق (a)
⑥	مستحلب	a) طبقات التدخل (الورق الياباني رقم 500) + كاربوجيل b) ماسحة قطنية + مستحلب c) القطارات الكحولية البيضاء (شطف)	5 دقائق (a)
⑦	مستحلب	a) طبقات التدخل (الورق الياباني رقم 500) + كاربوجيل b) ماسحة قطنية + مستحلب c) القطارات الكحولية البيضاء (شطف)	5 دقائق (a)



تقنية الصل-جل: عامل التبلور + مذيب

أي البوليمر

السيطرة على الاحتكاك/ سرعة التبخر

- تغطية باستخدام البلاستيك لتبخر أبطأ
- التحكم RH في مساحة العمل
- استخدام مواد ماصة (أي أربوكسل)

طبقة التدخل (الرايون، الورق الياباني، الخ.)

- ميكانيكيا
- كيميائيا
- بيولوجيا

أساس مذيب

- مذيبات متطايرة
- مذيبات استقطابية

مخاوف

بقع
إعادة الترسيب
تبييض

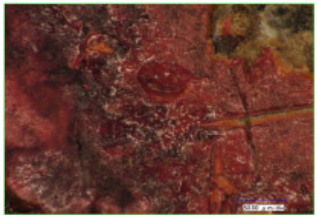
أساس مائي

- مذيبات غير متطايرة
- الأحماض/ الأسيد
- منشطات سطحية
- منظفات
- مستحلبات
- مستخرجات ترابية

بقع
إعادة الترسيب
عوازل

مخلفات

مسائل التنقية



مستحلبTEA

- ميكانيكيا
- كيميائيا
- بيولوجيا

الأنزيمات بروتين ينتج في الخلايا الحية القادرة على النشاط التحفيزي (Metzler1977)

أمثلة

- الأوكسيدوريدوكتاز: أوكسيد الغلوكوز + الأوكسجين
- الترانسفيراز: ترانساميناز + فيتامين ب6
- الهيدروليز: غراء + السيسيتين
- اللياز: حمض البيروفيك + ثيامين + بيروفوسفات مع2Mg+
- الإيزوميراز: أنزيمات غليسرألدهيد
- الليغاز: غلوتامين سينتاز + 2Mg+

تأثير درجة الحرارة والحموضة

الليباز: تأثير تحفيزي على الأحماض الدهنية ومركبات الغليسرول: أي التحليل المائي

منبيات متطايرة
- استقطابية
- سرعة التبخر
- تسمم

منبيات غير متطايرة
- الماء (ماء معدني نقي)
- هيدروجين بيروكسيد H_2O_2

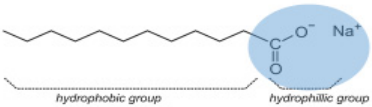
التحييد: ترسّب، أملاح
- الأحماض
- الأساس

- التسمم

التسمم <<< أقل من المواد السامة

أي البوتيل أمين، التريتون X100
- مسائل بيئية/ صحية
- كيف تتعامل مع التبذير
- بيئة عمل محافظة

المؤثرات السطحية



a soap

توتر سطحي منخفض

منظفات غير أيونية
- تريتون X100
- بخاخ OT
- نونايتيد P40
- توين 80

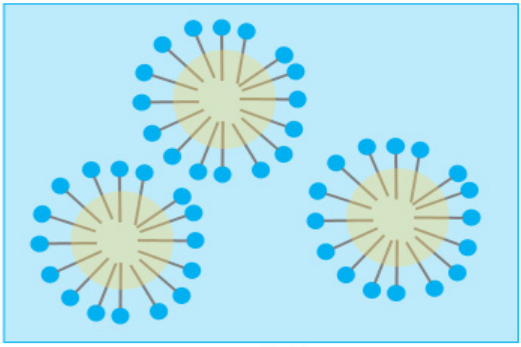
+ ماء منزوع الأيونات، وسيط تبلور
([حمض البولي أكريليك]carbopol، MC، HPC، CMC)

الأصناف	في الماء (محب للماء)
أنيوني (-)	أنيوني: شحنة سالبة
غير أيوني	خصائص سطحية ممكن أن تتوازن بين محب وكاره للماء
كاتيوني (+)	كاتيوني: شحنة سالبة
مذبذب (+/-)	كلاهما: يُخلط مع مؤثرات سطحية أخرى

المستحلبات

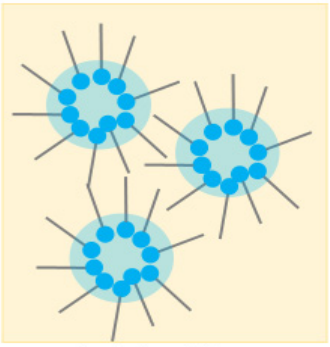
- تبدد سائلين اثنين غير قابلين للذوبان أو الاندماج (مثلا الماء والزيت)
- عادة ما يحتوي على مادة خافضة للتوتر السطحي (عامل الاستحلاب)

مع نوع O (زيت في الماء)



مثلا المايونيز

بدون نوع O (ماء في الزيت)



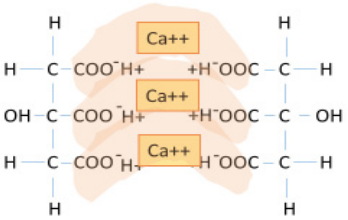
مثلا الزبدة أو السمنة

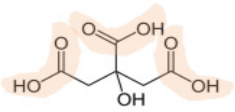
متمخلبات

شكل معقد مع الأيونات المعدنية في البيئات المائية و غير المائية

-> التقاط بعض الأيونات المعدنية
(مثلا: Zn، Pb، Ni، Mg، Hg(II)، Fe(II)، Cu(II)، Cr(II)، Co(II)، Cd، Ca، Ba، Al)

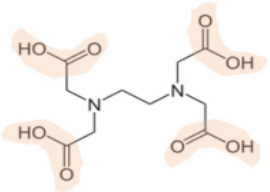
فعالة لإزالة بعض بلورات الملح والرواسب غير العضوية والبقع، إلخ.
إلا أنها تسبب خطر فقدان أصبغة معدنية أصلية.



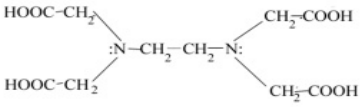


حمض الستريك

وسيط مستخرج+ عامل تبلور/ كمّادة
(MC، CMC، لب السليلوز الصغير)



محض الأسيتيك الإيثيلي الديميني
(EDTA)

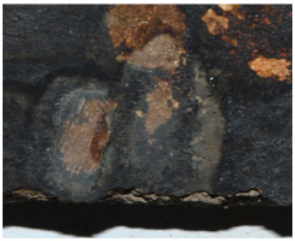


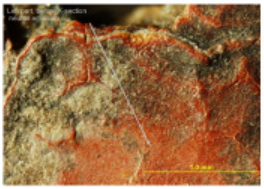
structure of EDTA

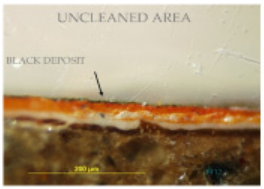
مسائل التنقية

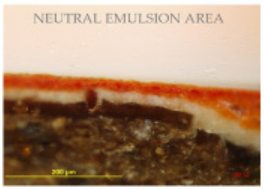
المخلفات

المخاطر:
- إعادة توزيع الرواسب المتسخة لمنطقة أوسع/ أعمق
- مشكلة التبييض← معدل تبخر سريع للمذيبات العضوية









تقييم الأسطح قبل وبعد التنظيف

- مخلفات المواد
- حالة السطح (خشونة، إلخ.)
- تغيرات اللون
- تغير الخصائص

.....

هام:
الرقابة والمراقبة العلمية
(أي SEM،FTIR، المجاهر، إلخ) التغييرات المحتملة في المستويات الجزئية

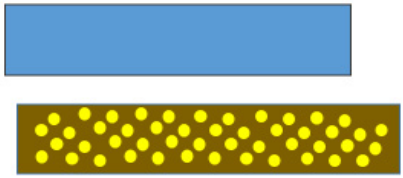
عملية التأكسد الجارية (أي اللوحات الزيتية):
- حتى الأعمال الفنية القديمة لم يتم "تجفيفها بالكامل" بعد
- قد تؤثر مواد التنظيف الشديدة على المواد الأصلية

تحلية المياه (أملاح قابلة للذوبان، أملاح غير قابلة للذوبان: قشور)

- طريقة ميكانيكية جافة

- الطريقة الكيميائية
- المحاليل المائية
- راتنجات التبادل الأيوني (الأنيون، الكاتيون)
- الإنتقال لتعزيز السطح
- $CaSO_4 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaSO_4 + Ca(OH)_2$
- $CaSO_4 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 + CaCO_3$

الكمادات



طبقة أساس + ملح

بحاجة إلى فحص دقيق... العلاج المائي دائما تطفلي

اللبخات: طينية (sepurite، إلخ.)، مسحوق السليلوز (أطوال مختلفة من الألياف
راتنجات تبادل موجبة الأيون
ميثيل سليلوزي موجب (أربطة)
جزيء ماء موجب الأيون

وقت احتكاك أطول: تغلغل أفضل وامتصاص

قراءات إضافية في مسائل التنظيف

Richard Wolbers (2000) *Cleaning Painting Surfaces: aqueous methods*, Archetype Publications, London

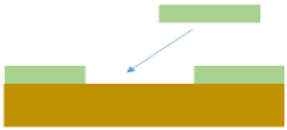
Dusan Stulik, David Miller, Herant Khanjian, Narayan Khandekar, Richard Wolbers, Janice Carlson, and W. Christian Petersen (2004) *Solvent Gels for the Cleaning of Works of Art: The Residue Question (Research in Conservation),* Valerie Dorge (ed.) Getty Conservation Institute, Los Angeles

Talarico, Fabio; Caldi, Cristina; Valenzuela, Marisol; Zaccheo, Carla; Zampa, Alessandra; and Nugari, M.P., Applicazioni dei gel come supportanti nel restauro. (Some application of gels in conservation.), *Bollettino ICR* no. 3 (2001), pp. 101-118

الالتصاق والدمج

ملاحظة

باستثناء الالتصاق، الشرح لطبقة الطلاء مع ركائز



المواد الأصلية >مواد لاصقة

قابل للإزالة، قابل للانكماش

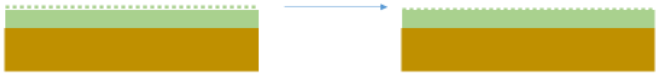
مواد الالتصاق لطبقة/ طبقات الطلاء

القابلة للذوبان في الماء: الفونوري، الجلاتين، صمغ الجلود، غراء النشاء (دقيق القمح)...
ميثيل السليلوز(MC)، هيدروكسيل بروبيل السليلوز(HPC)، Krucel G

المذيبات القابلة للذوبان: البارالويد72B، البلكسول، إلخ.

التطبيق بواسطة حقنة، فرشاة، أداة مزج كالملعقة (أداة ساخنة)

الدمج <دمج السطح



مواد لتدعيم طبقة/ طبقات الطلاء

القابلة للذوبان في الماء: الفونوري، الجلاتين، صمغ الجلود، غراء النشاء (دقيق القمح)...
ميثيل السليلوز(MC)، هيدروكسيل بروبيل السليلوز(HPC)، Krucel G

المذيبات القابلة للذوبان: مزيل حمض الليمون الأساسي (في الايثانول)

التطبيق بواسطة حقنة، فرشاة، أداة مزج كالملعقة (أداة ساخنة) على ورقة السليكون

في كثير من الأحيان يفضل تعزيز السطح الإضافي/ غير الضروري

لِتلافي ماذا؟؟؟

- تشكل الرذاذ السطحي؟
- الانتفاخ؟
- اللمس البشري؟
- الاهتزاز؟
- الأشعة فوق البنفسجية؟
- الضرر البيولوجي؟

معظم مواد الدمج السطحي لا يمكن إزالتها كيميائيا أو آليا

الآثار السلبية

- تدخل التحليل العضوي المستقبلي كمادة أصلية
- تغيير إلى لون داكن/ اللون الأصفر
- لون مُشبع

دمج أساسات الجير أو الأرضيات التي يسهل سحقها/ تفتيتها

الأخذ بالاعتبار الخيارات غير العضوية/ المعدنية الممكنة بدلا من الروابط العضوية الاصطناعية

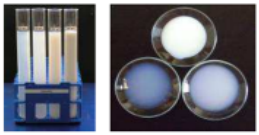
مثال على الدمج القائم على الجير

Technical Leaflet

IBZ-Salzchemie GmbH & Co.KG

CaLoSiL®

Colloidal nano-particles of lime for stone and plaster consolidation



CaLoSiL® in different concentrations

Properties

CaLoSiL® contains nano-particles of lime hydrate [$Ca(OH)_2$] suspended in different alcohols. Typical concentrations are between 5 and 50 g/L. The average particle size is 150 nm. The extremely fine size of the synthetic nano-lime results from its preparation, which is based on chemical synthesis. Ethanol, iso-propanol or n-propanol serves as solvents. Due to the low particle size stable sols are formed that means the solids do not sediment for a long time.

الالتصاق والتقييم

الالتصاق

- الترابط الميكانيكي
- الترابط الكيمياني
- الترابط المنتشر

السطح الفاصل

الانتشار والتصلب
← آليات التصلب

- البلمرة
- تفاعل كيميائي (مقوى)
- تبخر المذيب (الماء، المذيبات العضوية)

بعض أنواع الغراء تذيب المواد الأساسية والمذيبات العضوية لتكون غراء.
في هذه الحالة يجب ان يكون مقدار الغراء بين المواد الأساسية في الحد الأدنى.
← غراء الستايرين.

السطح الفاصل

تصنيف الغراء

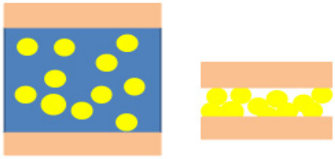
صلب	تسخين الصمغ الصلب عند استخدامه. نوع ساخن ذائب.
سائل	غراء أساسه الماء مع جزيئات الراتنج الغروية. سوف يتقلص الحجم عند تبخر الماء.
مذيب	غراء أساسه المذيبات مثل الأسيتون والتولين، إلخ. سوف يتقلص الحجم عند تبخر المذيب العضوي. مثل راتنجات السليلوز الأساسية، راتنج المطاط الصناعي، إلخ.
غير مذيب	غراء غير مذيب. يتصلّب مع التفاعل الكيميائي. لا يوجد انكماش كبير. مثل راتنجات الايبوكسي.

تصنيف الغراء

نوع ساخن ذائب	يذوب بالحرارة ويعود إلى مادة صلبة عند درجة حرارة الغرفة، كالشمع والصمغ الحيواني.
النوع الجاف	يتصلّب عند تبخر الماء أو المذيب العضوي. كالأكريليك والغراء المطاطي الصناعي، إلخ.
النوع المعالج للرطوبة	يتصلّب مع بخار الماء في الهواء. كالغراء سوبر ولاصق الأكيليت.
2-النوع المعالج لتفاعل السائل	الراتنج وعامل تصليب كيميائي ومصلّب. مثل راتنجات الايبوكسي.
النوع المعالج للأشعة فوق البنفسجية	راتنج يعالج الأشعة فوق البنفسجية.
النوع اللاهوائي	يتصلّب عندما يتم قطع الأكسجين من الغلاف الجوي.

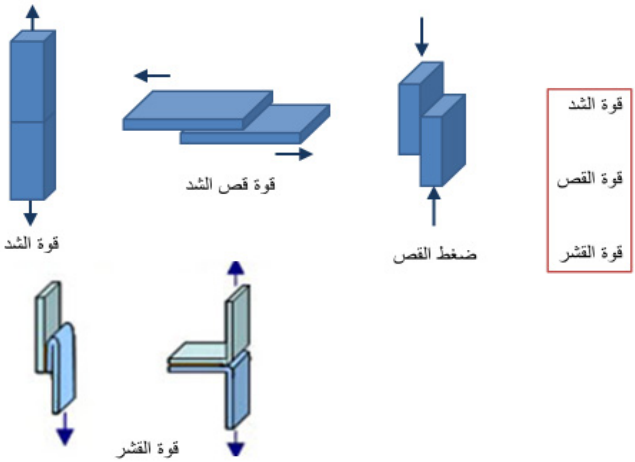
- الغراء النشوي
- الميثيل/ السليلوز، كربوكسيل ميثيل السليلوز
- PVA
- فينيل/ مستحلب أسيتات
- رباط سيليكوني
- الغراء الحيواني
- غراء الكازين (كلس+ البروتين)
- لاصق أساس السليلوز
- راتنجات الايبوكسي
- غراء ممتاز، لاصق سيانوأكريليك

مونومر -> البوليمر



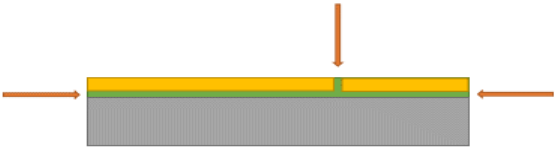
الراتنج المذيب (الماء، المذيب العضوي)

تقييم قوة الترابط ->الاختبارات الميكانيكية



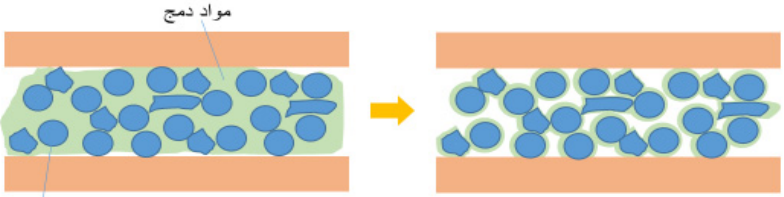
الحقن والشحذ والحشو

الحشو للمساحات بسبب التصدع، الشقوق، إلخ.



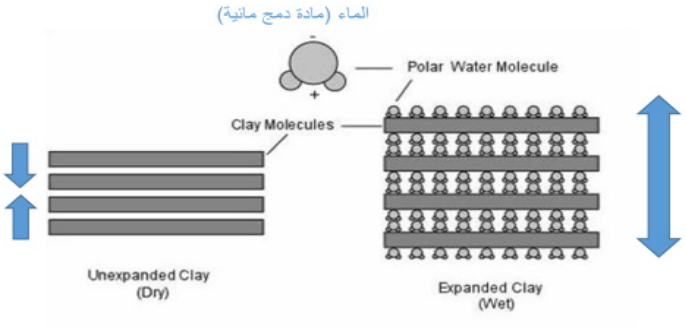
- التوافق المادي مع المواد الأصلية
- الميوعة
- لا انكماش (تخفيض حجم)
- لا تلطيخ للمنطقة الأصلية
- قوة التصاق كافية لربط الطبقة الأرضية والجص
- توافق الألوان مع الأصل
- الوزن (وزن خفيف)
- مراعات إمكانية إزالته في المستقبل (ميكانيكياً أو كيميائياً)

المواد:
مواد الملزمة+ حشوات خاملة



مواد خاملة: لن يتغير حجمها ولا تتفاعل كيميائياً مع مواد الترابط
(مثل microbaloon، مسحوق كِسر الفخار، مسحوق الطوب، مسحوق الحجر البركاني، الرماد البركاني، الرمال ...)

من الأفضل استخدام مختلف الأحجام والأشكال من الحشو



عادة ما تكون المعادن الطينية والتربة (المحتوية على الطين) غير مناسبة كمواد حشو

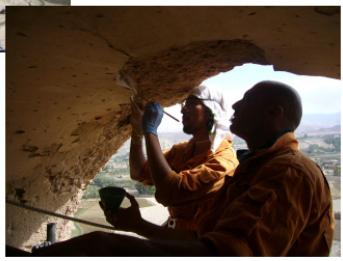
www.tulane.edu/~sanelson/images/clays.gif

التطبيقات:

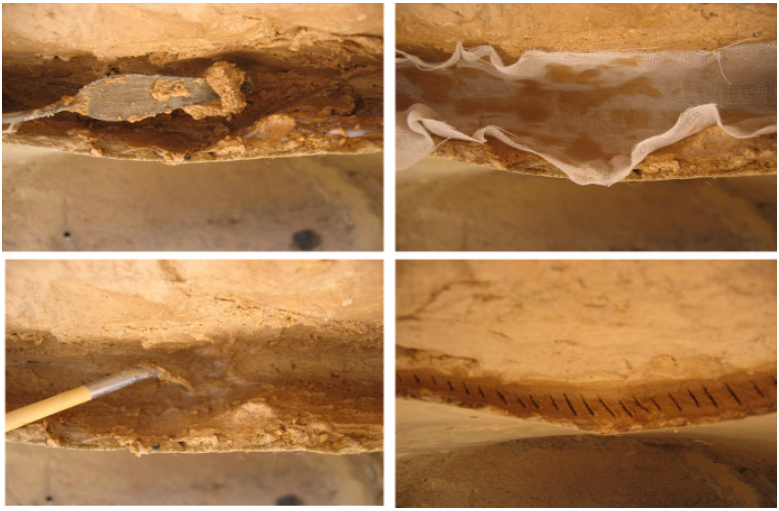
- الحقن (حقنة عالية الضغط مصممة خصيصا لحقن الطين، حقنة)
- أنابيب ضيقة (مرنة)
- أداة مسطحة كالملعقة

حقن الملاط الناعم بين الصخور الداعمة والجص الترابي الأرضي.

المنطقة المنفصلة (5-7 سم) من قمة المحراب، الكهف I. قبل التدخل



حقن الطوب. أضيفت بعض طبقات من نسيج القطن من أجل زيادة التصاقها.

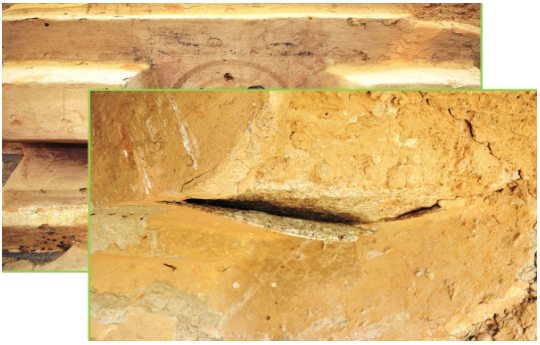


بعد الحشو

أضرار بالغة جراء اعمال النهب: الكهف C (a) الغرفة الأمامية
انسلاخ كبير في نسيج الصخور

شحذ للأطراف المكشوفة جراء عمليات النهب
حشو الفجوة الكبيرة
وراء الرسومات الجدارية

الجزء الخارجي من الشرفة تضرر بشدة بالرصاص والعوامل البيئية كالأمطار والرياح وغيرها.



تم حقن الجص الناعم خلف المساحة الضيقة قبل الشحذ النهائي

شحذ المناطق المكشوفة بعد الحقن

تثبيت الجزء المنفصل باستخدام طوب الحشو

سقف منفصل في الغرفة الأمامية في الكهفD

خطوتان بحقن الطوب

اكتمال التجصيص والشحذ

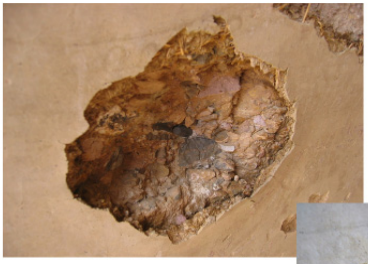
غالبا ما يتم إعادة معالجة الطوب المشحوذ/
المحشو بشكل سيء في غضون عدة عقود

الشحذ (للحواف المكشوفة)
ملء (الفراغات/ الثغرات)

- التوافق المادي مع المواد الأصلية
- لا انكماش (تقليص الحجم)
- لا تلطيخ للمنطقة الأصلية
- المادة الترابطية الأضعف/ اللينة كيميائياً من الأصل
- توافق الألوان مع الأصل (يمكن التعرف عليه كإضافة لاحقة)
- الوزن (وزن خفيف)
- الحفاظ على إمكانية الإزالة في المستقبل (ميكانيكياً أو كيميائياً)
- المستوى الأفقي (أقل بقليل من السطح الأصلي)

تطبيقات:

- حقن (للفراغات الصغيرة والثغرات الدقيقة)
- الملعقة المسطحة
- المعالجة المسبقة للحواف المكشوفة (التغطية الكيميائية / الحماية)
- الطريقة الجافة + الشعيرات (للشقوق الصغرى)



قبل الحشو/ الشحذ

بعد الحشو/ الشحذ

تم إعداد سبع أنواع من الطوب للحشو والشحذ

الحشو والشحذ بعد المعالجة

الأضرار الشديدة من قبل اللصوص، الكهف C (a)

الأضرار الشديدة جراء النهب، الكهف C(a)

الأضرار الشديدة جراء النهب، الكهف C(a)

تم ترميم الكهوف (A،B،C،D) حول تمثال بوذا العملاق الشرقي من قبلASI «منظمة المسح الأثري في الهند» في الفترة الممتدة بين 1960-1970

الشحذ: الجبس مع لون الماء
الدمج: كحول عديد الفاينيلPVA

أدّت المعالجة الكلاسيكية التي قامت بها منظمة المسح الأثري في الهند إلى إنخفاض الأضرار المادية الإضافية التي خلّفها اللصوص.

أعمال الشحذ في غرفة الكهف C(a) الأمامية

الحالة الراهنة للوحات الموجودة في غرفة الكهف D الأمامية

Cave D
Front Room : Ceiling
Before Conservation
LEGEND
Mural Painting
Detachments
Loss
Exposed edge

Cave D
Front Room : Ceiling
After Conservation
LEGEND
Mural Painting
Consolidation
Edging Mortar2
Grouting Mortar5

تمرين

الحشو ومواد التعبئة

حشوات خاملة

- كرة زجاجية مجهرية (Celstar) [ ] مل

خاملة + تلوين/ تأثير الملمس

- مسحوق tuff [ ] مل
- تراب دياتومي (أحافير دقيقة) [ ] مل
- مسحوق الطوب [ ] مل
- مسحوق الفخار [ ] مل

مواد أخرى

- جبس [ ] مل
- السليلوز الصغير (Arbocel 400/1000) [ ] مل

الرباط

مستحلب الأكريليك (AC2235 الأساسي في الماء) [ ] % [ ] مل
إيثيل ميثاكريلات كوبوليمر (بالارويد B72 في أسيتون) [ ] % [ ] مل
الفونوري [ ] % [ ] مل

الملذنات

سليلوز الميثيل (cps) [ ]غ

الجص

يتفاعل الجص نصف الهيدراتي (Hemihydrate) مع الماء، ويصبح جص هيدراتي متصلّب (dydrate gypsum).

$CaSO_4.1/2H_2O+3/2H_2O$-> $CaSO_4.2H_2O$

كمية أقل من الماء ستختصر وقت العمل (وقت الخلط).

الكمية القليلة من الماء ستكون أكثر تمددًا وقوة.

درجة حرارة الماء المنخفضة ستؤدي إلى عمل أطول (وقت الخلط)، والمزيد من التمدد والقوة.

وقت الخلط الأطول سيؤدي إلى عمل أقل، والمزيد من التمدد والقوة.

الحشو سيغير خصائص الجص (التمدد، القوة، وقت العمل).

مثبطات من الجص

من أجل تعديل وقت العمل يمكن أن نصنع خلطة مكونة من الجلوكونات، حامض الستريك، حمض الطرطريك، حمض الماليك.

تحتوي هذه الأحماض العضوية على مجموعة hydroxyl (-OH) ومجموعة carboxyl (-COOH) التي تتحد مع الجص لتأخير الترطيب.

غلوكونات> حمض الليمون، حمض الطرطريك> حمض الماليك.

وترتبط آلية إبطاء ترطيب الجص بحمض الكربوكسيل الدهني باستقرار مركب الكالسيوم.

[تجربة]

كم هو مقدار وقت العمل الذي يمكن تغييره مع مثبّط (سيترات الصوديوم)؟ قِس وقت العمل مع تراكيز مختلفة من المثبط.

مقارنات بين الغراء

1.غراء الأسماك (غراء سمك الحفش)
2.غراء جلد البقر
3.غراء عظام البقر
4.غراء جلد الأرنب
5.الفونوري

أ. اللون
ب. قوة ربط، الخصائص
ج. مواد ليتم لصقها
د. التراكيز
هـ. الاختلافات التاريخية والإقليمية

التحضير

ترطيب في الماء (ماء التبادل الأيوني) لمدة 2-3 ساعات ~ 24 ساعة. 100 غرام من الماء و10-20غرام من الغراء.
ندفّئه في درجة حرارة منخفضة (أقل من 60 درجة مئوية لتجنب تغيير طبيعة البروتين). ثم نصفّي المحلول.

طريقة الاستعمال

تدفئة منطقة الالتصاق مع مجفف مسبقا.
استخدام فرشاة ناعمة لنشر الغراء على السطح ليتم لصقها.
يجب أن إبقاء المحلول في الثلاجة.

كيفية إعداد غراء سمك الحفش؟

1. يجب قطع (غ) من الغراء المجفف باليدين وتبليله في (مل) ماء التبادل الأيوني لمدة ليلة.
2. إزالة غراء سمك الحفش من الماء ونصنع منه كرات. نضغط على الكرات لإزالة الماء الزائد. قطر الكرة 3-5 سم.
3. يجب تصفية نفس الماء المُزال من الكرات وغليه لتجنب تفكك البقايا.
4. يتم كسر (غ) من الكرات بالأصابع ونضيف نفس الماء.
5. نقوم بفك الكرات الليفية وتدفئتها في حمام الساخن (ساعة).
6. بعد أن يصبح الغراء مثل الشراب البني الشفاف، نرشّحه بالشّاش.
7. ثم نصلّبه على شكل قرص دائري (قطر 3 سم) على ورق السليكون.

كيفية استخدام أقراص غراء سمك الحفش.

تدفئة (غ) في (مل) من الماء باستخدام حمام بدرجة 60 مئوية.

كيفية تحضير الفونوري؟

1. نبلل (غ) فونوري مجفف في (مل) من الماء لمدة 15 دقيقة. نغير الماء لإزالة الكلوريدات والكبريتات.
2. نرطبها لمدة 4-12 ساعة.
3. نسخنها في 45-60 درجة مئوية لمدة 60 دقيقة في الحمام.
4. نرشحها بشاش.
5. نضعها لعدة ساعات ونأخذ الأجزاء العائمة في المحلول.
6. نصلّبها على شكل أقراص دائرية (قطر 3 سم) على ورق السليكون.
7. احفظ الأقراص في مخزن جاف ومظلم.

كيفية تحضير محلول الفونوري؟

1. ندفئ (غ) من أقراص الفونوري في (مل) من ماء التبادل في حمام ساخن (55 درجة مئوية).
2. نضيف الأيزوبروبانول (تركيز ٪ مل). يمكن أن نحفظها في الثلاجة لبضعة أشهر. لن تعمل الفونوري كغراء لبضعة أيام بدون كحول.