

पुरातत्व ऐतिहासिक धरोहरों पर पर्यावरण प्रदूषण का कुप्रभाव एवम् संरक्षण

कौशल किशोर अस्थाना* एवम् रजनी लखानी*

केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान
रूडकी - 247 667 (उत्तरांचल)

सारांश

ऐतिहासिक धरोहर पूरे भारत के अनेक प्रान्तों में विद्यमान है। यह इमारतें हमारी प्राचीन संस्कृति की गाथा बताने तथा दर्शाने में सक्षम है। इनमें से कुछ विशिष्ट इमारतों की रखरखाव तथा सुरक्षा का कार्य भारतीय पुरातत्व विभाग एवम् शेष इमारतों का ट्रस्ट वाक्फ बोर्ड तथा प्रान्तीय पुरातत्व विभाग की देख रेख में हो रहा है। इन सब की देख रेख के बावजूद भी ये इमारतें बड़ी ही दयनीय दशा में है। यह देख कर केन्द्रीय भवन अनुसंधान में इसके, संरक्षण हेतू शोध कार्य आरम्भ कर दिया गया है। हमें साहित्य द्वारा तथा स्वयं देखने के बाद ऐसा प्रतीत हुआ कि यह इमारतें पुरानी होने के कारण इन पर धीरे धीरे प्राकृतिक एवम् मानव द्वारा जनित विनाशकारी पदार्थों के प्रभाव के कारण यह लगातार अत्यधिक जीर्ण अवस्था में होती जा रही है। जिसके फलस्वरूप इनकी सतह कमजोर तथा खस्ता हाल में हो गई है। कुछ इमारतों में दरारें पड़ गई है। इन इमारतों के खराब होने के पीछे रासायनिक प्रदूषण, अनवांछित पेड़, पौधे, सूक्ष्म जीव-कीटाणु तथा प्राकृतिक आपदाएं जिम्मेवार है। यह उपरलिखित आपदाएं सबसे पहले इमारत के सबसे कमजोर भाग को खराब करती है। जो कि आगे चलकर विनाश का मुख्य कारण बनता है। अतः इस कमजोर भाग को जीर्णोद्धार करने एवं मरम्मत करने वाले पदार्थों के विकास हेतू शोध कार्य चल रहा है। जिसके अन्तर्गत कुछ कार्बनिक पोलिमेर काम्पलैक्स विकसित करके उन्हें मरम्मत करने वाले पदार्थों को बनाने में उपयोग किया गया है। इन पदार्थों को विभिन्न हालातों के हिसाब से इनकी गुणवत्ता का अध्ययन किया गया है जिससे लगता है कि ये पदार्थ ऐतिहासिक इमारतों की मरम्मत करने में काफी उपयोगी सिद्ध हो सकते है। इनका विस्तार पूर्वक अध्ययन संस्थान में जारी है।

* वैज्ञानिक, कार्बनिक भवन सामग्री प्रभाग

परिचय

औद्योगिकरण, शहरीकरण, प्रकृति का अंधाधुंध दोहन, रसायनिक प्रदूषण आदि ने प्राकृतिक असंतुलन की ऐसी भयावह स्थिति उत्पन्न कर दी है कि पृथ्वी की जीवनदायी शक्ति समाप्त होती जा रही है। जनसंख्या का विस्तार, यातायात, शोर शराबे के कारण भी प्रदूषण फैलता जा रहा है। वायुमंडल में विभिन्न मात्राओं में पाए जाने वाले प्रदूषक प्रायः मानव जनित प्रक्रियाओं, जो आधुनिकता का अंग हैं, द्वारा ही विषाक्तता, व्याधियाँ, वातावरण क्षय तथा प्राकृतिक क्षति का कारण बनते हैं। सामूहिक रूप से इस विषम परिस्थिति को 'प्रदूषण' का नाम दिया गया है। जिसके फलस्वरूप बरसात में मसाले (मोर्टार) में पानी रुक जाता है यह नमी सूक्ष्मजीवी तथा अवाछित पेड़ पौधों इत्यादि को उगनते में सहायता करती है। जिससे भवनों में दरारें पड़ जाती हैं और सूक्ष्मजीवी की वजह से ऐतिहासिक धरोहर की ऊपरी सतह खराब हो जाती है। प्रदूषकों की बहुत सी मात्रा तो वातावरण में या तो प्राकृतिक या बनावटी तौर तरीकों से मिल जाती है जोकि वातावरण में जहरीलापन, बीमारियाँ, ऐस्थटिक स्ट्रेस, वातावरणीय क्षय तथा अन्दरूनी दुष्प्रभाव उत्पन्न करते हैं। इस क्षति से भवन सामग्रियों पर बहुत कुप्रभाव पड़ता है। यहाँ तक कि ऐतिहासिक धरोहर भी इसके दुष्प्रभाव से नहीं बच पाई। यह पाया गया है कि हमारी ऐतिहासिक धरोहरों का सबसे कमजोर भाग यानि कि मसाला (मोर्टार) इस क्षति से सर्वप्रथम प्रभावित होता है। जिसके फलस्वरूप पानी अन्दर की तह तक चला जाता है। विभिन्न तरह के विनाशकारी पदार्थ जैसे सल्फर डाईऑक्साइड, कार्बन डाईऑक्साइड, क्लोराइड वगैरह भी अन्दर जाकर रसायनिक प्रक्रिया शुरू कर देते हैं। धीरे-धीरे यह रसायनिक क्रियाएँ बाहर की तह को खराब कर देती हैं। इसको मरम्मत करने के लिए चूने से बने मरम्मतीय पदार्थ को उपयोग में लाया जाता रहा है। परन्तु यह पदार्थ जल्दी ही खराब हो जाते हैं क्योंकि इनकी बन्धक शक्ति न के बराबर होती है। अतः इसी बात को ध्यान में रखते हुए केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान ने मसाले (मोर्टार) को शक्ति पहुँचाने के लिए मरम्मतीय पदार्थ के निर्माण का कार्य शुरू किया है। इस का विस्तारपूर्वक शोध कार्य चल रहा है। इस शोध पत्र में बनाए गए मरम्मतीय पदार्थ का विवरण किया गया है।

प्रयोगात्मक विकास

संस्थान में निम्न दो तरह के मरम्मतीय पदार्थ बनाए गए हैं :-

1. पॉलीमर मरम्मतीय पदार्थ (पॉलीमरिक रिपेयर मैटिरियल)
2. पॉलीमर अपरिवर्धित सीमेंटीय पदार्थ (पॉलीमर माडिफाइड सीमेंटीशिमज मैटिरियल)

पॉलीमर मरम्मतीय मसाला / पदार्थ

इस मरम्मतीय पदार्थ को बनाने के लिए अन्तःबहुलक सम्मिश्र बनाये गये। रूप रचनात्मक, गुण धर्म तथा रसायनिक प्रतिरोध के निर्धारण के लिए केवल एँपाक्सी रेज़िन एवम् विकसित किए गए सम्मिश्र से 5 मि.मी. मोटी शीट ढाली गई। इनकी संपीडक सामर्थ्य, तनन सामर्थ्य, कठोरता, वाइकट मृदुकारक बिन्दु एवम् तापीय प्रसार गुणांक निकाले गए जो कि सारणी 1 में प्रतिवेदित हैं। रसायनिक प्रतिरोध निर्धारण के लिए दोनों प्रकार की शीटों को संतृप्त सल्फ्यूरिक अम्ल घोल, सोडियम हाइड्रोक्साइड घोल, संतृप्त यूरिया तथा संतृप्त डाईमोनियम फास्फेट घोल में डुबो दिया गया। समय-समय पर इन्हें देखा गया और रसायनिक अवचूषण (%) निकाला गया। 240 दिन तक डुबोने पर रसायनिक अवचूषण के आँकड़े सुनिश्चित किए गए तथा सारणी 2 में प्रतिवेदित कर दिए गए हैं।

बहुत ही उत्साहवर्धक परिणाम प्राप्त होने पर अन्तःबहुलक सम्मिश्र का प्रयोग अक्रिय पुंजो, वर्णको एवम योगजो के साथ गया मिलाकर मरम्मतीय पदार्थ को विकसित करने के लिए किया गया। इस मरम्मतीय पदार्थ का विस्तारपूर्वक अध्ययन किया गया। इनके परिणामों को सारणी 3 में प्रतिवेदित किया गया है।

सारणी - 1 : अन्तःबहुलक सम्मिश्र एवं एपॉक्सी सिस्टम के रूप-रचनात्मक गुण-धर्म

गुण-धर्म	एपॉक्सी सिस्टम	अन्तःबहुलक सम्मिश्र
संपीडक सामर्थ्य, कि.ग्रा./से.मी. ²	647.0	643.0
तनन सामर्थ्य कि.ग्रा./से.मी. ²	212.0	238.0
कठोरता, शोर डी	76.0	80.0
वाइकट मृदुकारक बिन्दु, °सेंटीग्रेड	48.0	72.0
तापीय प्रसार गुणांक, °सेंटीग्रेड	1.6×10^{-5}	0.8×10^{-5}

सारणी - 2 : अन्तःबहुलक सम्मिश्र (इण्टरपॉलीमर कॉम्प्लेक्स) (आईपीसी) एवं एपॉक्सी सिस्टम (ईपी) का रसायनिक अवचूषण

रसायन	विविध अन्तरालों पर रसायनिक अवचूषण (%)									
	7 दिन		30 दिन		120 दिन		180 दिन		240 दिन	
	ईपी	आईपीसी	ईपी	आईपीसी	ईपी	आईपीसी	ईपी	आईपीसी	ईपी	आईपीसी
सल्फ्यूरिक अम्ल (30 %)	.051	.003.0	.118	.098	.425	.215	.680	.485	1.55	.930
सोडियम हाइड्रोक्साइड (30 %)	.097	.046	.206	.105	.410	.290	.825	.372	.800	.540
संतृप्त यूरिया घोल	.065	.058	.120	.110	.298	.280	.665	.502	1.25	.825
संतृप्त डाइएमोनियम फॉस्फेट घोल	.080	.055	.165	.132	.295	.275	.675	.530	1.30	.950

सारणी - 3 : पॉलीमर मरम्मतीय मसाला के रूप - रचनात्मक गुण धर्म

मसालों का विवरण	संपीडक सामर्थ्य कि.ग्रा./से.मी. ²	बन्धक सामर्थ्य कि.ग्रा./से.मी. ²	मोडुलस ऑफ इलास्टिसिटी कि.ग्रा./से.मी. ²	जल अवचूषण (%)
रूढ़ एपाक्सी से तैयार	683	5.6*	8122.4	0.15
अन्तः बहुलक सम्मिश्र से तैयार				
1.	580	5.7*	7594.90	0.05
2.	616	5.6*		0.06
3.	840	5.7*		0.06

* पत्थर टूटा, जोड़ नहीं टूटा

पॉलीमर अपरिवर्धित सीमेंटीय पदार्थ

इन पदार्थों को विकसित करने के लिए जल विक्षेपनीय अन्तःबहुलक सम्मिश्रों का निर्माण किया गया। इन नवनिर्मित सम्मिश्रों को कुछ योगजों एवं सीमेंट में मिलाकर कुछ मरम्मतीय पदार्थ बनाए गए। इन विकसित किए गए पदार्थों के रूप रचनात्मक गुण धर्म अर्थात् संपीडक सामर्थ्य, बन्धक सामर्थ्य, जल अवचूषण एवं मोडुलस ऑफ इलास्टिसिटी निकाले गए और इनकी तुलना बाजार में उपलब्ध जल विक्षेपनीय पॉलीमर से तैयार मरम्मतीय पदार्थों के आंकड़ों से की गई। इनके परिणामों को सारणी 4 में प्रतिवेदित किया गया है।

सारणी - 4 : पालीमर अपरिवर्धित सीमेंटीय मरम्मतीय मसाला के रूप रचनात्मक गुण धर्म

सिस्टम	संपीडक सामर्थ्य कि.ग्रा./से.मी. ²	बन्धक सामर्थ्य कि.ग्रा./से.मी. ²	मोडुलस ऑफ इलास्टिसिटी कि.ग्रा./से.मी. ²	जल अवचूषण (%)
बाजार के पालीमरों से तैयार				
1.	122.0	1.60	5000	8.50
2.	215.0	1.70	...	7.90
अन्तःबहुलक सम्मिश्रों से तैयार				
1.	332.0	4.70*	2609	1.59
2.	376.0	4.95*	3087	1.40

* पत्थर टूटा, परन्तु जोड़ नहीं टूटा

परिणाम एवम् परिचर्चा

सारणी 1 के अवलोकन से यह पाया गया कि अन्तः बहुलक सम्मिश्र के रूप रचनात्मक गुण धर्म नीट ऍपाक्सी की तुलना में अधिक अच्छे हैं। वाईकट मृदुकारक बिन्दु जो पॉलीमर पद्धति में तापीय स्थायित्व का सूचक होता है वह भी अन्तः बहुलक सम्मिश्र में नीट ऍपाक्सी से अधिक अच्छा पाया गया। सारणी 2 के परिणामों में अन्तः बहुलक सम्मिश्र का रसायनिक अवचूषण ऍपाक्सी रेजिन की तुलना में काफी कम पाया गया। जिससे यह निष्कर्ष निकलता है कि अन्तः बहुलक सम्मिश्र का रसायनिक प्रतिरोध ऍपाक्सी के मुकाबले में बहुत अच्छा है। सारणी 3 में ऍपाक्सी रेजिन से बने हुए मरम्मतीय पदार्थ की तुलना में अन्तः बहुलक सम्मिश्र से तैयार मरम्मतीय पदार्थ के गुण धर्म अच्छे पाये गए।

सारणी 4 से यह पता चलता है कि जल विक्षेपनीय अन्तः बहुलक सम्मिश्र से बनाए गए मरम्मतीय पदार्थों के गुण धर्म बाजार में उपलब्ध जल विक्षेपनीय पॉलीमर से तैयार मरम्मतीय पदार्थ के गुण धर्म से बहुत अधिक उच्चतर हैं।

निष्कर्ष

किए गए अध्ययनों से निम्नलिखित निष्कर्ष निकाले गए :-

अन्तः बहुलक सम्मिश्र से तैयार पॉलीमर मरम्मतीय मसाला पुरातत्व ऐतिहासिक धरोहरों के संरक्षण के लिए काफी उपयोगी हो सकता है।

जल विक्षेपनीय अन्तः बहुलक सम्मिश्र से तैयार पॉलीमर अपरिवर्धित सीमेंटीय मरम्मतीय पदार्थ का उपयोग ऐतिहासिक धरोहरों के संरक्षण में सतह को समतल करने, भराव कार्य तथा सजावटी शिल्पों के टूटे हुए भागों को कृत्रिम रूप से आकृति प्रदान करने के लिए कर सकते हैं।

आभार

लेखकगण निदेशक, केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान के आभारी हैं कि उन्होंने इस शोध-पत्र को प्रकाशित करने की अनुमति प्रदान की।