

보고서 요약서

과제 고유 번호	15CTAP-C0 97481-01	해당 단계 연구 기간	2015.06.19 - 2018.06.18	단계구분	총단계
연구사업명	중사업명	국토교통기술촉진연구사업			
	세부사업명	창의도전			
연구과제명	대과제명	미관창출과 열화저감을 위한 콘크리트 면처리 기술개발과 이를 위한 20 μm 적층정밀도의 폼라이너 및 보호외피 제작용 맞춤형 3D프린터 개발			
	세부과제명				
연구책임자	장종식	총 연구기 간 참여 연구원 수	총: 19명 내부: 9명 외부: 10명	총 연구개 발비	정부: 675,000천원 기업: 600,000천원 정부 외: 천원 계: 1,275,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	국민대학교산학협력단			참여기업명	삼호개발(주), (주)다산컨설턴트
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
○ 건설, 조형디자인, 3D프린터, IT분야의 기술을 융복합하여 첨단 콘크리트 면처리 기술을 개발 ○ 대형부재를 제조할 수 있는 맞춤형 3D프린터 개발 ○ 개발 3D프린터 이용 콘크리트 구조물에 환경 친화적인 미관 을 창출할 수 있는 3D프린팅 콘크리트 폼라이너 시제작 ○ 개발 3D프린터 이용 콘크리트 구조물의 열화를 저감하여 내 구수명을 연장시킬 수 있는 3D프린팅 콘크리트 보호외피 시제작				보고서 면수 : 351	

4. 국문 요약문

연구의 목적 및 내용	도시 및 노변의 콘크리트 구조물에 환경 친화적인 미관을 창출하고 열화저감 수단을 겸비하여 콘크리트 구조물의 내구수명을 연장시킬 수 있는 예술적 조형미관의 콘크리트 면처리 기술을 실용화 수준으로 개발하며, 이 용도를 위해 20μm 적층정밀도의 콘크리트 폼라이너 및 보호외피를 제작할 수 있는 맞춤형 3D프린터를 개발한다. 건설, 조형디자인, 3D프린터, IT분야의 기술을 융복합하여 첨단 콘크리트 면처리 기술을 개발하기 위해 환경친화적인 조형미관 창출을 위한 다양한 디자인 패턴을 개발하고, 콘크리트 면처리용 폼라이너 및 보호외피의 제작에 대한 재료 선정과 구조설계를 수행한다. 아울러 대형부재를 제조할 수 있는 맞춤형 3D프린터를 개발하며, 개발된 3D프린터를 이용하여 예술적인 입체 미관의 콘크리트 폼라이너와 보호외피를 제작하여 실제 콘크리트 벽체에 시험시공하고, 그 기능성, 심미성, 실용성을 종합적으로 검증한다.
연구개발성과	기존의 콘크리트 면처리 기술과 대비하여, 현재 제조업의 혁신도구로 주목받고 있는 3D프린터로 콘크리트 폼라이너와 보호외피를 경제적으로 제작하여 콘크리트에 예술적 미관을 경제적으로 창출하는 창조적인 기술적 성과가 기대된다. 본 과제에서는 건설 구조물용 대형치수 부재의 경제적인 제작이 가능하도록 맞춤형 3D프린터를 개발하므로, 본 과제에서 개발되는 3D프린터 장비 제작기술은 향후 다양한 분야의 대형물체 제작에 응용될 수 있는 기술적 성과가 기대된다. 콘크리트 구조물의 용도, 지역특성, 주변환경, 사용자 등을 고려하여 그에 걸맞는 수려한 조형미관 디자인을 개발할 것이므로, 이러한 소프트웨어적 기술은 다양한 형태로 관련분야에 접목될 수 있는 기술적 파급효과를 가져올 것으로 전망된다. 3D프린팅으로 저렴하게 제작한 폼라이너를 일반거푸집에 장착시켜 콘크리트 면의 다양한 미관을 효과적으로 창출할 수 있으므로, 음각조형의 값비싼 강재거푸집을 사용하는 기존 기술 대비 경제성을 지닌다. 또한 외부노출 구조물이나 수변구조물(항만구조물, 교각, 하수처리구조물, 하수관거 등)과 같은 콘크리트 구조물 건설 시 보호외피를 적용할 경우, 콘크리트의 노후 열화나 침식, 세굴 등 직접적인 손상을 미연에 방지하게 되어 구조물의 내구수명 연장과 유지관리비 감소를 꾀할 수 있고, 이를 통해 구조물의 생애주기비용을 줄일 수 있는 경제적 성과가 기대된다. 3D프린팅의 산업분야 적용 활성화를 위한 제조장비의 설계, 제작 및 운용에 대한 기술 인력 및 건설분야 적용기술 인력이 필요하므로 새로운 전문인력 고용시장이 창출되는 파급효과가 예상된다. 본 연구를 통해 대학의 연구생들에게 이 새로운 분야의 지식을 습득하도록 유도하면 새로운 시장을 선도하는 전문인력을 양성하는 교육효과도 기대된다. 도시 및 노변 공공시설물과 건축물의 외관이 주변경관과 잘 어울리는 아름답고 예술적인 미관을 창출하면 국민들에게 심리적 안정을 도모하고 여유를 되찾아 주는 복지효과도 기대되며, 노변 구조물의 교통안전표시나 안내표시를 부가해 줄 경우, 교통안전에도 일조할 수 있는 사회적 파급효과도 기대된다.

연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	각종 기반시설물이나 건축구조물 중 콘크리트로 건설되는 구조물에 환경 친화적인 조형미관을 창출하고, 보호외피를 시공할 경우 콘크리트 열화를 저감할 수 있게 되므로 이러한 용도에 폭 넓게 활용할 수 있다. 콘크리트 구조물 시공 시 기존의 거푸집 시스템을 그대로 이용하므로 현장적용이 용이하며, 다양한 용도와 형태의 콘크리트 구조물에 활용이 가능하다. 주변경관과 어울릴 수 있는 자연물 및 인공물을 디자인한 예술적인 조형미관의 콘크리트 면은 아름답고 환경친화적인 분위기를 조성할 수 있으므로, 국가, 지방자치단체나 건축주가 본 기술의 수요처가 되며 이러한 수요처에서 적극적인 활용이 예상된다. 특히 2013년 개정된 경관법에서 경관강화가 법제화된 점을 고려하면 조형미관 창출의 콘크리트 면 조성에 대한 요구가 급증할 것으로 예상된다. 더불어, 지역 특성 및 지방자치단체의 특성을 홍보할 수 있는 내용이 담긴 조형디자인을 포함할 수 있어 홍보, 광고 분야에도 활용 가능하다. 건설분야에 적용될 대형 부재를 효율적으로 제작할 수 있는 맞춤형 3D프린터 개발로 크기의 제한 없이 각종 비구조 및 구조용 건설자재를 3D프린터로 제조할 수 있는 미래 원천기술을 확보한다. 3D프린터를 이용한 비구조분야 적용이 성공적으로 이루어지면 본격적인 구조재 생산에도 확장 적용될 수 있다. 개발된 맞춤형 3D프린터 기술을 플랜트, 자동차, 기계, 선박 등에 쓰이는 대형 구조재와 비구조재 제품 제조에 확대 적용할 수 있는 신산업을 창출한다. 본 과제에서 개발된 기술의 국내 적용이 성공적으로 이루어지면 막대한 규모의 해외건설 시장에도 바로 적용 가능하여 기술 수출의 길도 용이하게 열릴 수 있을 것으로 전망된다.					
	핵심어 (5개 이내)	3D프린터	콘크리트	미관	폼라이너	보호외피

〈 SUMMARY 〉

Purpose & Contents	The purpose of R&D is to develop the practical concrete surface preparation technology to produce artistic or aesthetic appearances so as to make concrete structures in the city look more eco-friendly and extend the service life of concrete structures through the means to prevent deterioration. For such purposes, a customized 3D printer that can produce form liner and protective skins for concrete with fabrication precision of 20μm is to be developed. Various design patterns to promote eco-friendly aesthetic appearances are developed and the material selection and structural design for producing the form liner for concrete surface preparation and production of protective skins are carried out in order to develop the advanced concrete surface preparation technology by combining technologies in construction, formative art design, 3D printer and IT fields. In addition, the customized 3D printer which can produce a large member is developed, and the concrete form liner and protective skins with artistic and aesthetically pleasing appearances are produced using the developed 3D printer and applied to actual concrete walls for experimental purposes, and their functionality, aesthetics and practical value are verified comprehensively.
Results	In comparison to the previous concrete surface preparation technology, it is expected that the concrete form liner and protective skins can be produced economically using the 3D printer which is gaining attention as an innovative tool in manufacturing industry, and provide creative technological results to create concrete forms artistically in an economic manner. Since the customized 3D printer is developed in this project to enable the economical production of large members for building structures, it is expected that the 3D printer production technology developed in this project will bring technological results that can be applied in the production of large objects in various fields in the future. Since this technology is intended to develop a superior design with an aesthetically pleasing appearance by considering the purpose of concrete structures, regional characteristics, surrounding environments and users, it is expected that such software technology will bring about technological ripple effects that can be applied in relevant fields in various forms. Since it is possible to create concrete surfaces with aesthetically pleasing appearances effectively by mounting the form liner produced through 3D printing at a low cost, it has a higher economic feasibility in comparison to the previous technology that uses expensive engraved steel forms. Also, if the protective skins are applied when constructing concrete structures such as an externally exposed structure or waterside structure (harbor structure, pier, sewage disposal structure, sewerage pipes, etc.), deterioration of the concrete or direct damage caused by erosion and scouring can be prevented in advance, enabling the extension of the service life of the structure and reducing maintenance costs to achieve superior economic performance. Since technical manpower for designing, producing and operating manufacturing equipment and construction is required to vitalize the application of 3D printing to industrial fields, it is expected that the ripple effects will help create a new labor market for professional manpower. If research students in universities are stimulated to learn about the knowledge in this new field through this study, it is also expected that there will be education effects in cultivating the professional manpower to lead this new market. If the exterior of public facilities and buildings in the city and on the roadside create beautiful and artistic views that harmonize well with the surrounding landscape, it is expected that the general psychological wellbeing will also be promoted. And if traffic signs or public signs for the public facilities on the roadside are installed additionally, the social ripple effects to contribute to traffic safety can anticipated also.

Expected Contribution	If eco-friendly aesthetic appearances are created on concrete structures among various infrastructure or building structures and the protective skins are installed, the deterioration of concrete can be reduced so that it can be utilized widely for such purposes. Since the previously existing form can be used when concrete structure is constructed, it is convenient to apply it to this field and it can be used for concrete structures in various shapes and for various purposes. Concrete surfaces with artistic appearances that are designed with natural and artificial objects that can harmonize with the surrounding landscape can create a beautiful and eco-friendly atmosphere. In addition, the central government, local governments and building owners will become the consumers for such technology and the active utilization of such technology by these customers is expected. Especially, in consideration of the fact that the protection of the landscape was legislated in the Landscape Act amended in 2013, it is expected that the demands for the creation of concrete surfaces with artistic merit will increase rapidly. Furthermore, formative art designs containing advertisement contents to promote regional characteristics and the characteristics of local governments can be included so that it can be utilized also in the publicity and advertisement fields. Through the development of the customized 3D printer which can produce large construction members efficiently, future source technology that can produce various non-structural and structural members for construction without size limitation is secured. If the application of this technology using the 3D printer to the non-structural members is successful, it can be widely applied to the production of structural members. A new industry where the developed customized 3D printer technology can be applied to the production of large structural and non-structural products used in plants, automobiles, machinery and vessels will be created. If the domestic application of technology developed in this project is achieved successfully, it can be also applied to the huge scale overseas construction market immediately, facilitating the opening of a channel for technology export.				
Keywords	3D printer	Concrete	Aesthetic	Form Liner	Protective Skin