第46回コンクリート工学講演会 | A. 材料・施工：3Dプリンティング

2024年6月26日(水) 10:00 ~ 12:00 | 第1会場 小展示室A

3Dプリンティング1

座長:大野元寛(土木),親本俊憲(建築)

[1331] AE法を用いた積層経路が異なるモルタル積層体の曲げ破壊挙動の評価

中瀬皓太[1], 橋本勝文[1], 杉山隆文[1], 大森寛人[2] (1.北海道大学 2.太平洋セメント)

[1332] フック継手の連続構造を想定した補強筋の力学的性質の基礎検討

平野裕一[1], 山崎柊[1], 駒井健人[1], 山本貴士[1] (1.京都大学)

[1333] 屋外暴露した3Dプリンティング積層体の力学特性および耐久性の評価

阿部寛之[1], 小倉大季[1], 山本伸也[1], 菊地竜[1] (1.清水建設)

[1334] 有限要素法に基づく3Dプリンティングモルタルの積層安定性評価に関する基礎検討

田中俊成[1], 吉田昂平[1], 山本悠人[1], 木ノ村幸士[1] (1.大成建設)

[1335] 建設用3Dプリンタで製造したプレキャストブロックの大型土木構造物への適用

北村勇斗[1], 石関嘉一[1], 藤村博[1], 浜地克也[1] (1.大林組)

[1336] 繊維補強セメント複合材料と補強材挿入システムを組み合わせた建設用コンクリート3Dプリンタの補強方法

小林紀行[1], 浅川智哉[1], 江川諒[1], 西脇智哉[1] (1.東北大学)

[1337] 一軸圧縮試験による建設用3Dプリンティング用モルタルの自立安定性の評価方法の検討

大森寛人[1], 岸良竜[1], 森寛晃[1] (1.太平洋セメント)

[1338] CO_2吸収モルタルで3Dプリンティングした積層体の層間付着強度およびスケーリング抵抗性

池田響[1], 花岡大伸[1], 小林聖[2] (1.金沢工業大学 2.鹿島建設)

3Dプリンティング1

座長:大野元寛(土木),親本俊憲(建築)
2024年6月26日(水) 10:00 〜 12:00 第1会場 (小展示室A)

[1331]AE法を用いた積層経路が異なるモルタル積層体の曲げ破壊挙動の評価

中瀬皓太[1], 橋本勝文[1], 杉山隆文[1], 大森寛人[2] (1.北海道大学 2.太平洋セメント)
キーワード：3Dコンクリートプリンティング、積層経路、積層界面、AE法、曲げ破壊

3Dプリンティング技術によるコンクリートの造形においては，使用材料および配合に加え，ノズル形状や材料押出速度等の積層パラメータの選定が重要である。加えて，吐出材料間に形成される積層界面は積層体の力学的性能に大きく影響を及ぼすことが知られている。一方で，積層界面の配置に関連する積層パラメータである積層経路の影響は十分に検討されていない。本研究では，積層経路が異なる積層体の曲げ応力下における破壊進展挙動を評価した。特に，アコースティック・エミッション（ AE）法による評価を行った結果，積層界面の配置によって異なる破壊形態に伴う AE発生挙動が観察された。

©公益社団法人 日本コンクリート工学会

第46回コンクリート工学講演会 | A. 材料・施工 | 3Dプリンティング

3Dプリンティング1

座長:大野元寛(土木),親本俊憲(建築)
2024年6月26日(水) 10:00 〜 12:00 第1会場 (小展示室A)

[1332]フック継手の連続構造を想定した補強筋の力学的性質の基礎検討

平野裕一[1], 山崎柊[1], 駒井健人[1], 山本貴士[1] (1.京都大学)

キーワード：3Dプリンティング、S字連結鉄筋、フック継手、3d printing、additive manufacturing、s-shaped connecting reinforcing bar、hook joint

3Dプリンティングに適用することを想定し開発した S字連結鉄筋の力学的性質の基礎的な検討を実施した。 S字連結鉄筋とは両端がフック継手の鉄筋を短いスパンで連結した構造であり，自由な曲線を描くことができる3Dプリンティングに追従可能である。本稿ではその基本単位のフック継手に焦点を当てフック継手の耐荷挙動を検討した。かぶりの拘束により湾曲部の開いていく挙動が抑制され，かぶりが鉄筋径の6倍のフック継手では最大引張荷重は普通鉄筋降伏荷重比で88%になった。梁構造では，フック継手の接点の遊びが曲げ破壊の起点になるが，限定された載荷環境下において通常の鉄筋よりも大きな変位を示した。

©公益社団法人 日本コンクリート工学会

第46回コンクリート工学講演会 | A. 材料・施工 | 3Dプリンティング

3Dプリンティング1

座長:大野元寛(土木),親本俊憲(建築)
2024年6月26日(水) 10:00 ～ 12:00 第1会場 (小展示室A)

[1333]屋外暴露した3Dプリンティング積層体の力学特性および耐久性の評価

阿部寛之[1], 小倉大季[1], 山本伸也[1], 菊地竜[1] (1.清水建設)

キーワード：3Dプリンティング、繊維補強モルタル、屋外暴露、圧縮強度、割裂引張強度、透水性、中性化

材料押出方式の3Dプリンティングで作製した繊維補強セメント硬化体の耐久性の評価を目的として，実案件に適用した柱型枠と同一の条件で積層体を作製し，3年間の屋外暴露試験を行った。この積層体から切り出した供試体を力学試験に供した結果，割裂ひび割れ発生強度は材齢13週の結果と比べて24～31 %高い値を示し，プリント層間の界面にひび割れが発生する条件の供試体でも 5.76～5.98 MPaのひび割れ発生強度が得られた。また，表面吸水試験と中性化深さ測定から，積層界面に脆弱層がないことを示唆する結果が得られた。

©公益社団法人 日本コンクリート工学会

3Dプリンティング1

座長:大野元寛(土木),親本俊憲(建築)
2024年6月26日(水) 10:00 ～ 12:00 第1会場 (小展示室A)

[1334]有限要素法に基づく3Dプリンティングモルタルの積層安定性評価に関する基礎検討

田中俊成[1], 吉田昂平[1], 山本悠人[1], 木ノ村幸士[1] (1.大成建設)
キーワード：3Dプリンティング、積層安定性、弾塑性モデル、時間依存、崩壊モード、変位分布

建設用3Dプリンティングにおける種々のプリント条件を複合的に考慮して積層安定性を解析的に評価することを目的とし，基礎検討として4ケースの積層実験とその再現解析を行った。解析には有限要素法を用い，材料構成則は弾塑性モデルとし，材料パラメータの時間依存変化も考慮した。積層実験では下部が塑性化して崩壊するパターンと上部の大変形が先行して崩壊するパターンが見られたが，解析で評価した崩壊モードはこれらと一致していた。また，崩壊前の変位分布や最大変位は実験と解析で概ね整合しており，本論文の材料パラメータの決定方法や解析方法の有効性を示唆する結果が得られた。

©公益社団法人 日本コンクリート工学会

第46回コンクリート工学講演会 | A. 材料・施工 | 3Dプリンティング

3Dプリンティング1

座長:大野元寛(土木),親本俊憲(建築)
2024年6月26日(水) 10:00 ～ 12:00 第1会場 (小展示室A)

[1335]建設用3Dプリンタで製造したプレキャストブロックの大型土木構造物への適用

北村勇斗[1], 石関嘉一[1], 藤村博[1], 浜地克也[1] (1.大林組)

キーワード：3Dプリンタ、超高強度繊維補強コンクリート、生産性向上、プレキャスト、突堤、圧送

筆者らは，3Dプリンタで製造した外殻の内部に超高強度繊維補強コンクリートを打ち込むことで構造物を構築する工法を開発し，ベンチや建築物を構築できることを確認した。本工法の大型土木工事における有用性を確認する目的で， 3Dプリンタで製作した外殻を用いてプレキャストブロックの製造を行い，海岸構造物に適用した。その結果，本工法を用いてプレキャストブロックを製造することで，鉄筋工の省略や，施工条件に合わせた形状合理化による建設現場の工程短縮や省力化の実現が可能となることを確認した。

©公益社団法人 日本コンクリート工学会

3Dプリンティング1

座長:大野元寛(土木),親本俊憲(建築)
2024年6月26日(水) 10:00 ～ 12:00 第1会場 (小展示室A)

[1336]繊維補強セメント複合材料と補強材挿入システムを組み合わせた建設用コンクリート3Dプリンタの補強方法

小林紀行[1], 浅川智哉[1], 江川諒[1], 西脇智哉[1] (1.東北大学)
キーワード：建設用コンクリート3Dプリンタ、自動施工、層間補強、FRCC、付着強度

材料押出方式によるコンクリート3Dプリンタ積層体には，層間に生じる不連続層の付着特性に起因して機械的性質に異方性が生じるため，印刷方向に対し垂直方向の引張力を負担する補強方法が求められている。ここでは，水平方向の補強に繊維補強セメント系複合材料を用い，垂直方向の補強に層間を貫通する補強材の挿入システムを組み合わせた新しい補強方法を提案した。積層体から採取した試験体は，力学試験， X線 CT観察を実施することで，補強効果の有効性を評価した。その結果，既往研究で作製した試験体よりも空隙率が増加したにも関わらず，付着強度が増加し，曲げ性能が向上することが確認された。

©公益社団法人 日本コンクリート工学会

第46回コンクリート工学講演会 | A. 材料・施工 | 3Dプリンティング

3Dプリンティング1

座長:大野元寛(土木),親本俊憲(建築)
2024年6月26日(水) 10:00 ～ 12:00 第1会場 (小展示室A)

[1337]一軸圧縮試験による建設用3Dプリンティング用モルタルの自立安定性の評価方法の検討

大森寛人[1], 岸良竜[1], 森寛晃[1] (1.太平洋セメント)

キーワード：3Dプリンティング、モルタル、自立安定性、一軸圧縮強さ、変形係数、積層数

3Dプリンティングでの安定した積層造形には，使用するモルタルの自立安定性を評価する必要がある。本研究では，液体急結剤を使用したモルタルの自立安定性の評価に関して，一軸圧縮試験の適用性を検討した。その結果，モルタルの応力－ひずみ関係および破壊性状について，土質材料との類似性を確認した。また，急結剤量の増加および時間経過により一軸圧縮強さおよび変形係数が増加し，両者に線形関係があることを明らかにした。3Dプリンティング時の積層数と一軸圧縮強さおよび変形係数の間には，同一水結合材比であれば高い相関があり，モルタルの自立安定性を一軸圧縮試験で評価できる可能性があると考えられた。

©公益社団法人 日本コンクリート工学会

第46回コンクリート工学講演会 | A. 材料・施工 | 3Dプリンティング

3Dプリンティング1

座長:大野元寛(土木),親本俊憲(建築)
2024年6月26日(水) 10:00 ～ 12:00 第1会場 (小展示室A)

[1338]CO_2吸収モルタルで3Dプリンティングした積層体の層間付着強度およびスケーリング抵抗性

池田響[1], 花岡大伸[1], 小林聖[2] (1.金沢工業大学 2.鹿島建設)

キーワード：CO_2吸収モルタル、3Dプリンティング、層間付着強度、乾湿繰返し、スケーリング

CO_2吸収モルタルで3Dプリンティングした積層体の層間付着強度およびスケーリング抵抗性を把握することを目的とし，乾湿繰返し後の引張試験とスケーリング試験を行った。本実験の範囲内では乾湿繰返し作用及び積層高さが層間付着強度に及ぼす影響は確認されなかった。また,スケーリング試験においては，炭酸化養生によりスケーリング抵抗性が向上することが分かった。

©公益社団法人 日本コンクリート工学会