

Ⅲ-B64

空洞コンクリートブロックの力学的特性とその応用

(株)リタ総合企画 正会員 ○木村 泰三
九州共立大学 正会員 前田 良刀
九州共立大学 正会員 烏野 清

1. はじめに

近年、都市のリスク管理として、多目的空間利用を前提とした雨水貯留、洪水調節、防火用水確保ならびに雨水の地下水涵養の土木施設のニーズが高まっている。一方、経済活動の基盤である道路建設に目を転じれば、軟弱地盤上及び山間地の傾斜地盤上の道路建設の要求も多い。又、経済性及び施工性の面から、プレキャストのコンクリート工場製品の積極的利用も今後の土木構造物建設の大きな流れであるといえる。

このような社会基盤としての土木構造物に対し、立方体コンクリートブロックの内部を空洞とした構造物のプレキャスト部材により、軽量性及び空隙率の高い特徴を活かし、それを積み上げることにより、貯水施設及び基礎や抗土圧構造物などへの多岐にわたる土木構造物への応用が考えられる。

本文は、軽量性及び空隙率の高さが要求される上記工法の構成素材である空洞コンクリートブロックの基本的な力学特性を検討するとともに、その応用例について考察を行なったものである。

2. 解析供試体の概要

今回使用した空洞コンクリートブロックは、図-1に示すとおり一辺が1.2mの立方体の内部を直径0.95m (0.90m)にて全面くり抜いた形状のものである。又、ブロックどうしの結合は図-2に示すように、接面長0.20mの十字ブロックにて行なう。

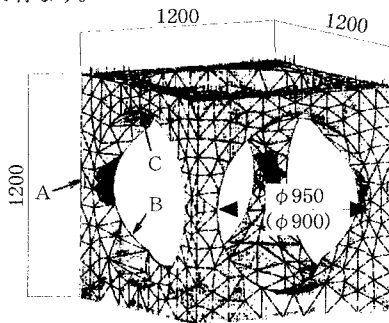


図-1 空洞コンクリートブロック (単位:mm)

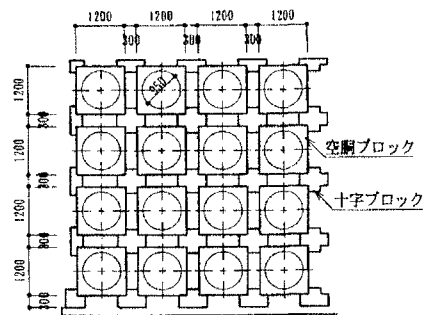


図-2 空洞ブロック接合図 (単位:mm)

3. 検討の内容と解析手法

力学特性の検討の基本的な考え方を示す。

まず、図-2に示す円筒空洞ブロック体と、それと同等の空隙率を持たせた等断面ラーメン構造体の応力値を解析し、同一荷重条件のもとでの円筒空洞ブロックの等断面ラーメン構造体に対する力学的優位性を検証する。〔比較検討〕

次に、円筒空洞ブロックの詳細応力解析を行ない、ブロックの破壊耐力を検討する。〔耐力検討〕

最後に供試体載荷試験結果によるブロックの耐力を検討する。〔載荷試験による耐力検討〕

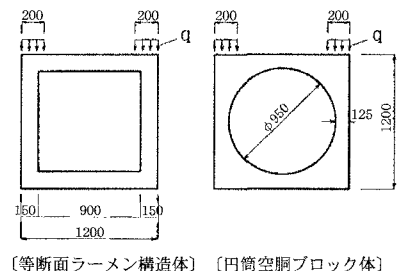


図-3 比較検討構造体寸法 (単位:mm)

4. 解析結果

＜比較検討結果＞

図・4、5に各構造体の引張応力分布図を示す。なお、図中の値は円筒空洞ブロック体の柱部引張応力を1.0とした場合の各位置での応力係数値である。等断面ラーメン構造体は、接点部で応力の集中をもたらすため、ハンチがない場合、相当大的な応力値となる。これに対し、円筒空洞ブロックの応力分布は、柱梁部に引張

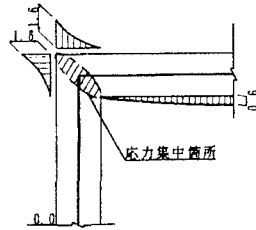


図-4 等断面ラーメン構造体の応力分布

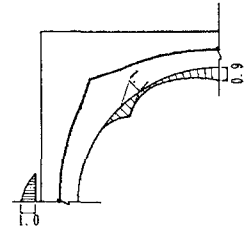


図-5 円筒空洞ブロック体の応力分布

応力が分布するものの、その値は等断面ラーメン構造体の最大応力より小さい。

＜耐力検討結果＞

図・1に示したものは、FEM（線形解析，要素数3088）三次元解析のモデル図である。

解析結果より、柱（A部）、接点（B部）及び梁（C部）に引張応力領域が発生しており、その値はA：B：Cの比として、1.0：1.1：0.6である。梁の応力値が他に比較し若干小さいものの、応力発生アンバランスが少なく、構造的に有利であることが判る。

図・6は、FEM解析による最大引張主応力の値を解析した結果をもとに、円筒空洞ブロックの破壊耐力線を求めたものである。なお、使用コンクリートは、設計基準強度 500kgf/cm^2 (49N/mm^2)，ヤング係数 $3.3 \times 10^5\text{kgf/cm}^2$ ，ポアソン比 $1/6$ の物性値とし、破壊耐力に用いる曲げ引張強度は、 $f_{bk} = 0.9 f'_{ck}{}^{2/3} = 57\text{kgf/cm}^2$ としている。

図は、組合せ荷重として示しており、横軸は鉛直荷重成分を、縦軸は水平荷重成分を示し、実線及び破線は、空洞内部の直径の違いによる破壊耐力である。

＜載荷試験による耐力検討結果＞

$\phi 900$ の空洞ブロック供試体を使用し、載荷試験を行なった。試験に用いたコンクリートは、先に示したものと同一である。材料の曲げ強度試験結果ともあわせ、耐力の評価を行なった結果、鉛直荷重 $90\text{tf} \sim 100\text{tf}$ が構造体全体系としての弾性境界であり、通常使用される最大荷重約 45tf に対し、十分なる強度を有する。

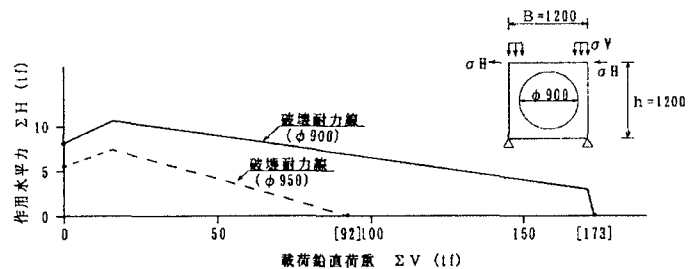


図-6 破壊耐力予測図

5. 力学特性の要約と応用例

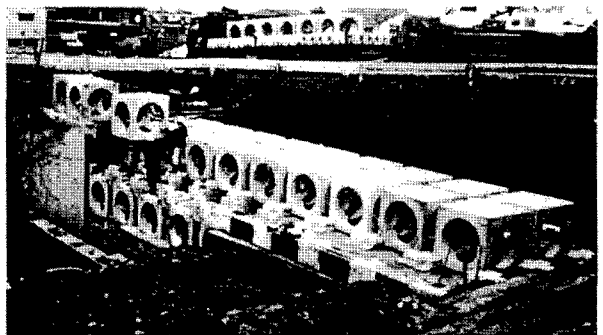
以上の結果をとりまとめて評価すると、以下のとおりである。

(1) コンクリートブロックの内部を円筒形にくり抜くことで、応力の集中を防ぎ、力学的に有利な断面となる。

耐力的には、水圧や土圧などの荷重に対し、十分な強度を有して抵抗できる構造となり得る。

(2) 写真・1は、空洞コンクリートブロックを道路拡幅軽量盛土として使用した例であるが、内部を円筒にくり抜いた空洞ブロックは、軽量性

(0.4tf/m^3)，空隙率の高さ（約84％）の特性を活かし、その他、貯留・調節・地下水涵養を目的とした地下貯留槽、護岸・根固工、消波・魚巢ブロック、魚道・透過型砂防ダム等、各種の土木構造物への適用においてきわめて有利であると考えられる。



写真・1 道路拡幅軽量盛土状況