

感性と力学に基づく地下空間形状の評価～斜め断面形状を例として～

中央復建コンサルタンツ(株) 正○今泉 暁音
山口大学工学部 正 清水 則一

1. はじめに

人々が楽しみ集う空間として 地下はこれまでに考えられてきたものと異なる新しい用途があると思われる．そのためには 力学的な安全性だけでなく快適性をも考慮して魅力ある空間として設計することが大切である．筆者らは，地下空間形状を対象として，感性と力学を総合した評価法を検討してきた¹⁾⁻³⁾．本文では，それらの成果を活用して地下空間形状を評価する例を示す．

2. 地下空間形状評価

2.1 評価対象とする地下空間形状

ここでは，評価の対象として図-1に示すような，基準断面に対して，斜めに傾いた形状を取り上げる．

2.2 感性（快適性）評価

形容詞対（尺度）を用いたアンケートによって感性的な評価を行う¹⁾．それぞれの形容詞は7段階のスケールで回答する．図-2にアンケート結果のプロフィール図を示す．因子分析の結果，形容詞尺度は「使いにくい-使いやすい」，「不恰好な-様になっている」，「バランスの悪い-バランスのよい」，「不調和な-調和した」の因子1グループ（力量性），「動的な-静的な」，「にぎやかな-落ち着いた」，「大げさな-地味な」の因子2グループ（活動性），「広がりがない-広がりがある」の因子3（空間性），に分類される．形状が少しでも傾くと，因子1はネガティブな評価となり，傾きが大きくなるにつれて，ほぼ単調に力量性の評価は低くなる．一方，活動性の評価は，傾きが大きくなるにつれて高くなる傾向にある．

図-3(a)に快適性の評価結果を形状の傾き角度に対して示す．快適性に関しても，形状が少しでも傾くと不快側の評価となり，単調に快適性が減少し，傾きが40°を超えるとさらに不快と感じられる．

2.3 力学的評価

空間形状の力学的な評価を行うために，筆者らは，空間の変形に関する感度を定義した^{2),3)}．この感度は，空間の平均的な「せん断ひずみ」，および「体積ひずみ」の初期応力と弾性係数に対する感度で，空間形状に対して求めることのできる数値である．図-1に示す形状に対して，それぞれの感度（せん断ひずみ感度 γ ，体積ひずみ感度 e ）を求め，図-3(b)に示す．斜めに傾くほど両感度は大きくなる．すなわち，傾いた空間ほど変形しやすくなり，力学的な良好性は低いものとなる．

次に，図-3(a)および図-3(b)から，快適性と力学感度の関係を求め，図-3(c)に示す．いずれの感度も快適性と負の相関性があり，感度が低いほど快適である，すなわち，力学的に変形しにくい（良好な）形状ほど快適である，ことが示された．この結果は，直感的には当然であるように思われるが，感性的評価と力学的評価は，まったく独立して，何ら関係を持たない方法で実施したものであり，したがって，このような相関性が得られたことは非常に興味深いものである．

2.4 総合的な評価

斜め空間の特徴は，形状に関する力量性は低くなるが，活動性は高くなることである．この活動性に着目した空間をデザインするならば，斜め空間は一つの選択肢となる．しかしながら，2.2および2.3で得られたように，斜めに傾く角度が大き



図-1 傾きを変化させた斜め形状空間

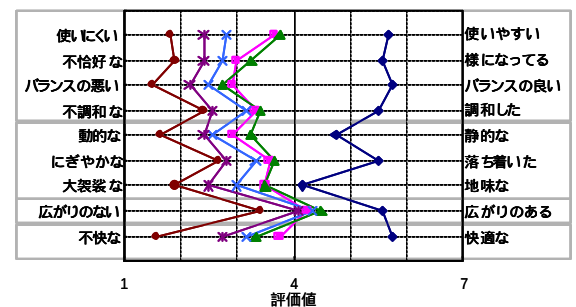


図-2 斜め形状空間に対するアンケート結果のプロフィール図

キーワード：地下空間 デザイン 感性 力学 総合評価 斜め形状空間

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科

TEL 0836(85)9333 e-mail : shimizu@rock.civil.yamaguchi-u.ac.jp

くなるほど、不快、あるいは、力学的な良好性は低くなるため、適切な角度を見つける必要がある。2.3の結果から、快適性と力学的良好性は相関があるため、どちらか一方を考慮すればよい。ここでは、力学的感度のうち「体積ひずみ感度」と、感性評価のうち力量性の尺度「動的 - 静的」を用いて空間形状の適切な角度を求めてみる。ここで、安全性が高いと数値が大きくなる指標を用いると評価に便利であるので、「体積ひずみ感度」の逆数を力学的評価値として用いる。また、「動的 - 静的」に対するアンケート結果を動的性評価値とし、さらに、力学的評価値と動的性評価値に対して、それぞれ、最大値で基準化する。

図-4は、基準化した力学的評価値（良好度）と動的性評価値（感性評価）を示したものである。両者はトレードオフの関係にある。両評価値を総合して適切な空間の傾き角度を求めるために、それらの平均値を総合評価値とする。図-4から総合評価値は、傾き角度 10° で最大値を取り、図-1の形状において動的でかつ安全な空間形状は傾き 10° の空間であることを得る。

活動性の高い空間としては、公園、空間と空間を結ぶ通路、待合空間などがある。図-5にガウディの設計したグエル公園の斜め形状の回廊を示す。この他、ライトの設計したタリアセン・ウェスト、また、いくつかの空港待合室など、斜め空間の例は多くある。ただし、これらは地下空間ではなく、地上の光あふれる空間である。以上のように斜め空間の活用の可能性が示されたが、地下における具体的な利用については、さらに別の視点が必要と思われる。

3. むすび

本報告では、これまで筆者らが検討してきた感性と力学を総合した地下空間形状の評価法を適用して、斜めの断面形状を持つ地下空間について評価した。

参考文献

- 1) 今泉暁音, 清水則一, 櫻井春輔: 地下空間の形状評価における感性と力学解析の融合について, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第7巻, pp.189-194, 2002.1.
- 2) 今泉暁音, 清水則一, 櫻井春輔: 地下空間形状における感性評価と力学的評価の関係について, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第8巻, pp.179-186, 2003.1.
- 3) 今泉暁音, 清水則一, 櫻井春輔: 地下空間における感性的評価と力学評価の関係に関する考察, 第32回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, pp.299-304, 2003.1.

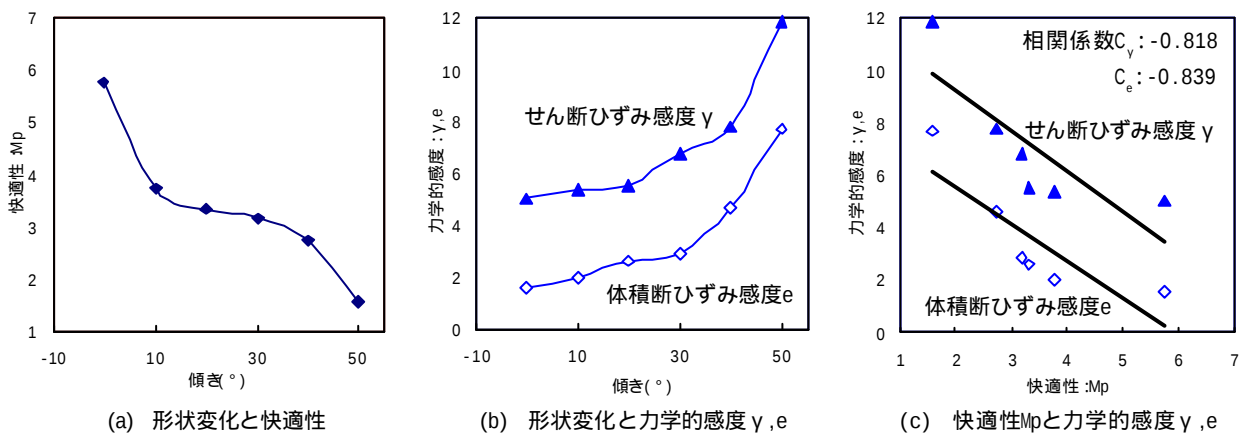


図3 斜め形状空間の評価結果

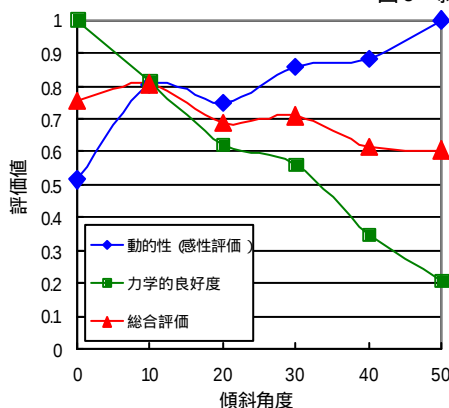


図-4 斜め形状空間の総合評価



図-5 グエル公園(スペイン)