

鉄道橋りょう・高架橋の 耐震安全率の設定法の開発

技術開発期間:令和5年度～7年度

公益財団法人鉄道総合技術研究所
鉄道地震工学研究センター 地震応答制御研究室
主任研究員 和田 一範

本研究の一部は、国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施しました。

研究の背景

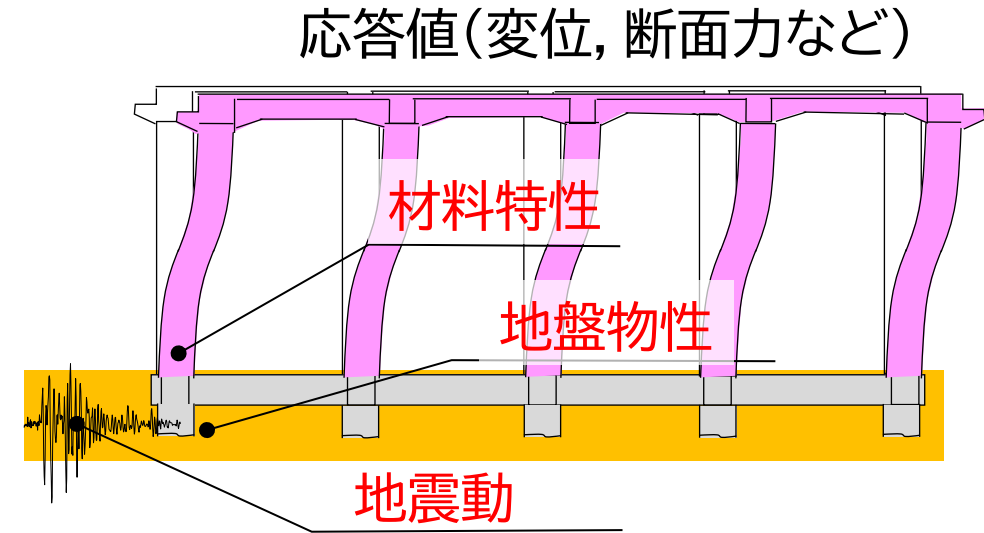
既設構造物の耐震診断

- 鉄道設計標準に準拠して行われる場面が多い
- 設計限界値 I_{Ld} と設計応答値 I_{Rd} を比較(性能照査)

$$\gamma_i \cdot I_{Rd} / I_{Ld} \leq 1.0$$

構造物係数 I_{Rd} 設計応答値 I_{Ld} 設計限界値
(重要度、社会への影響)

- I_{Ld} と I_{Rd} を算定する過程で、各種不確実性・不確定性に配慮するため、安全係数を設定



鉄道設計標準に記載の安全係数の標準的な値の例

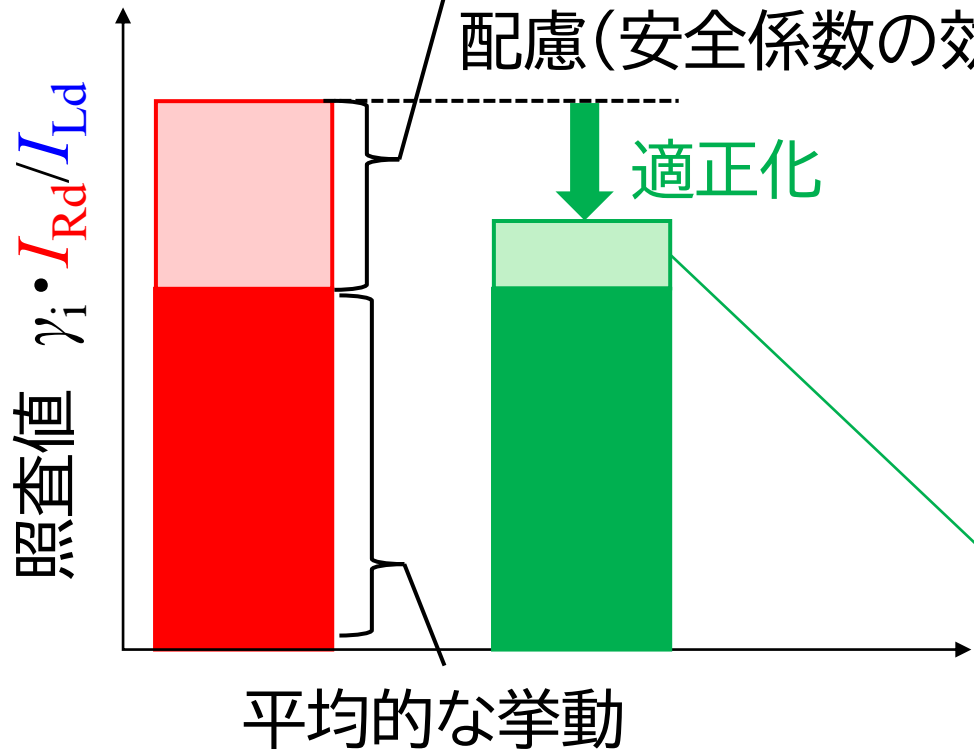
コンクリートの材料係数 γ_c	鉄筋の材料係数 γ_r	部材係数 γ_b	地盤調査係数 γ_g
1.3	1.0	1.0~1.15	1.0~1.4

研究の背景

既設構造物の耐震診断

$$\gamma_i \cdot I_{Rd} / I_{Ld} \leq 1.0$$

不確実性・不確定性への
配慮(安全係数の効果)



個々の安全係数の効果が調査値に内包



詳細な調査・解析→不確実性・不確定性は減少

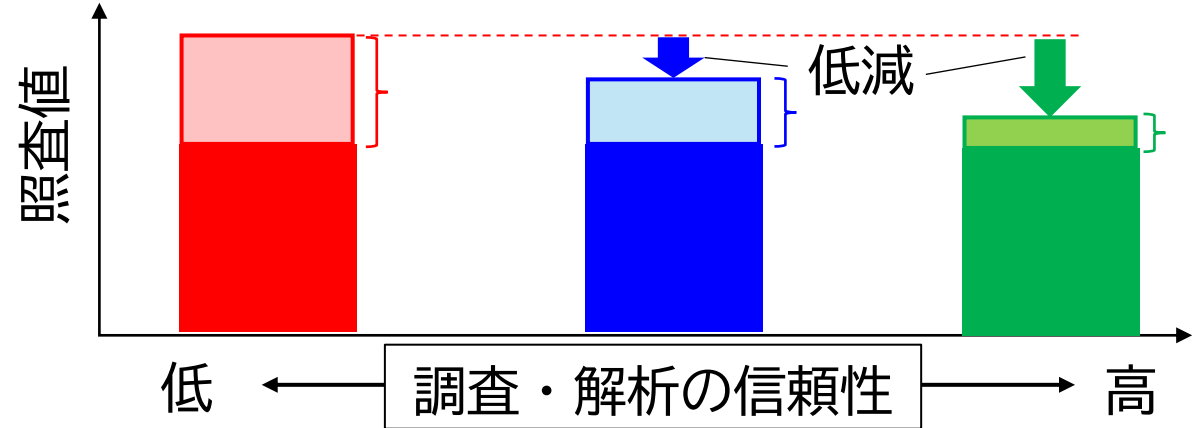
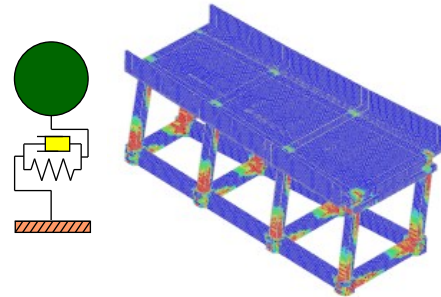


安全係数を変化させて考慮

- ・コンクリートの実強度を計測 → $\gamma_c = 1.0$
- ・PS検層を行う → $\gamma_g = 1.0$
- ∴

不確実性・不確定性の減少により
調査値が適正化可能

研究の目的



- さまざまな調査法・解析法
- さまざまな構造種別・照査項目

調査法・解析法ごとの信頼性(=個々の安全係数)が照査値に与える定量的な影響が不明



既設の耐震診断の場面で、どのような調査・解析を行うことが有効か判断しづらい



照査値に与える影響を「耐震安全率」として明確化した耐震性能照査法を開発

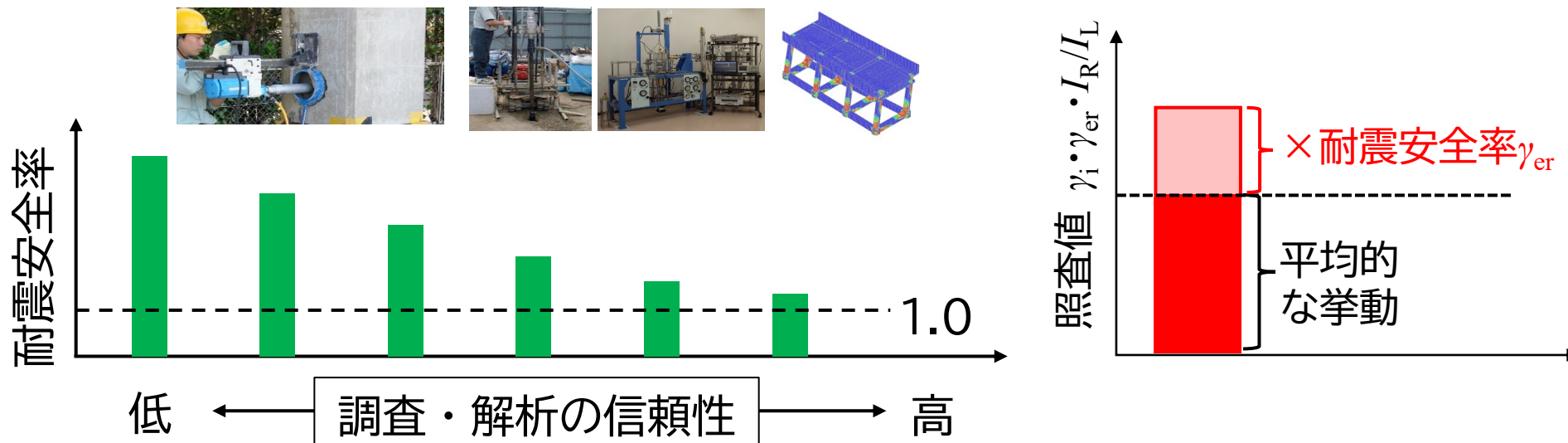
成果①耐震安全率を用いた耐震性能照査法の提示

提案法の照査式

構造物係数 **耐震安全率** 応答値 限界値

$$\gamma_i \cdot \gamma_{er} \cdot \frac{I_R}{I_L} \leq 1.0$$

安全係数を含まない平均的な値

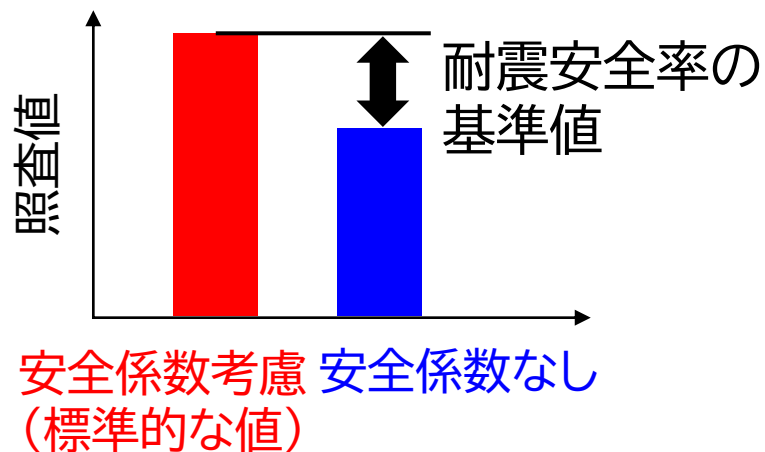


調査法・解析法が**照査値**に与える**定量的効果**を**耐震安全率の大小**として**明確化**

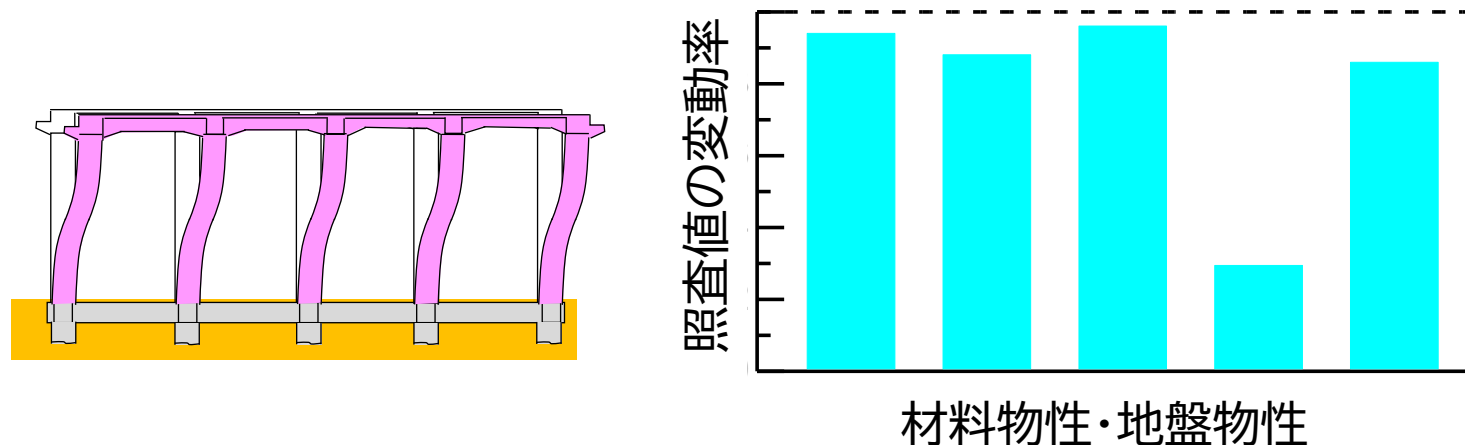
適材・適所な調査・解析を選択しやすくなる(調査法、解析法選択の意思決定をサポート)

成果②耐震安全率の目安値の算定

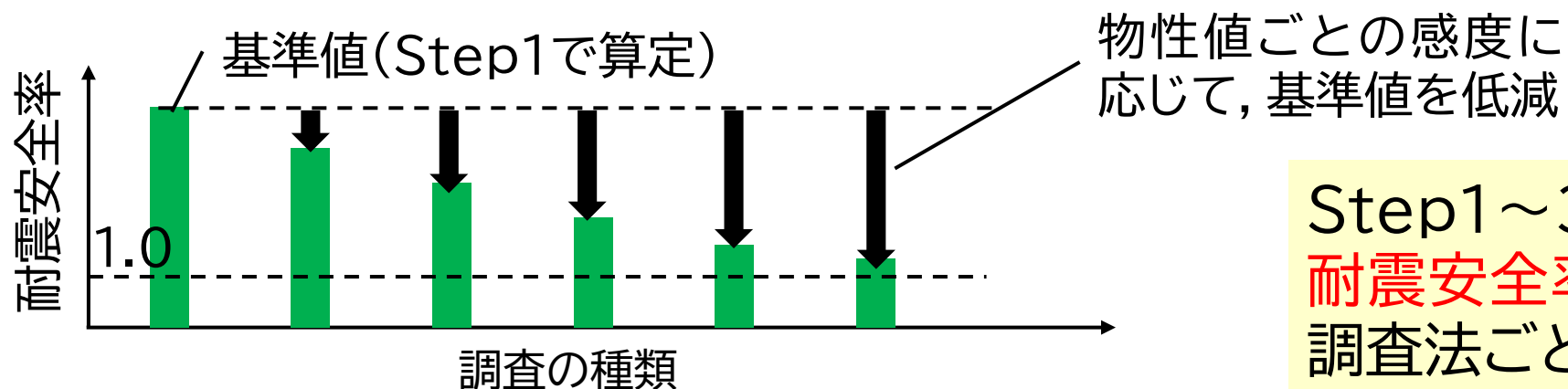
Step1: 基準値の算定



Step2: 材料物性、地盤物性ごとの感度分析



Step3: 調査法ごとの耐震安全率算定



Step1~3の手順により、**耐震安全率** (今回提案) を調査法ごとに**算定可能**

成果②耐震安全率の目安値の算定

対象構造物:

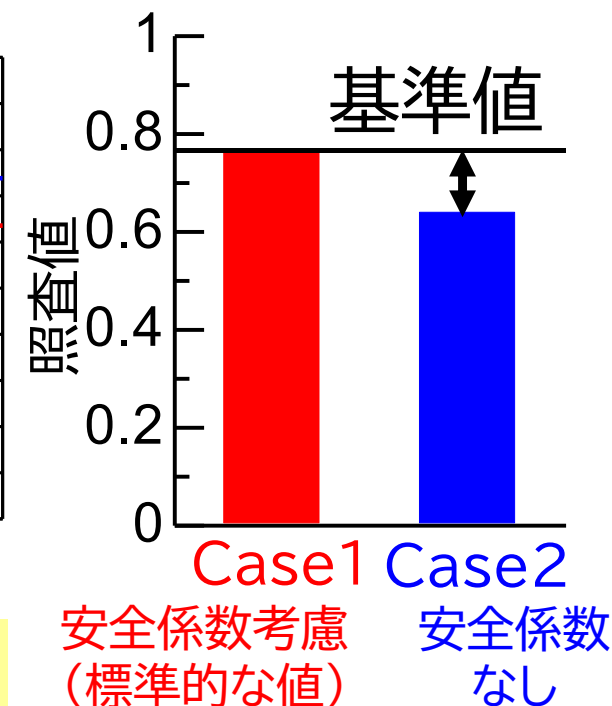
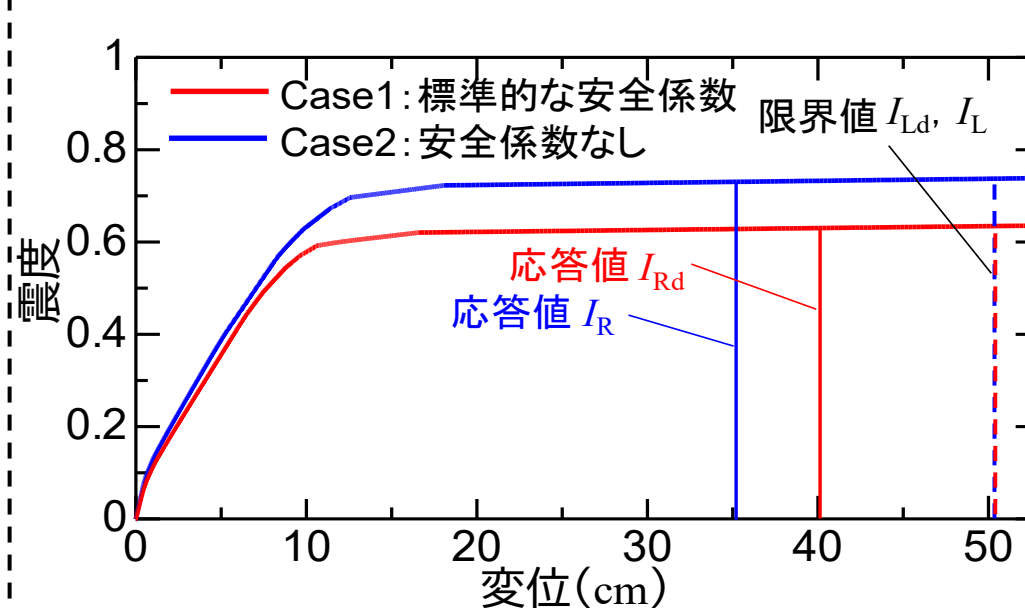
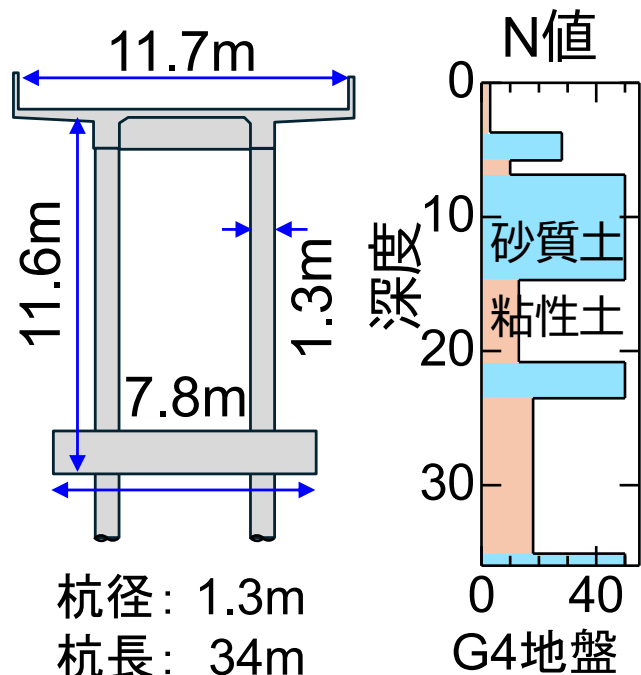
RCラーメン高架橋(G4地盤)

照査項目:

L2地震動に対する部材回転角

Step1:基準値の算定

Case	材料係数 γ_c	部材係数 γ_b	地盤調査係数 γ_g	材料修正係数 ρ_m
1	1.3	1.15	1.4	1.0
2	1.0	1.0	1.0	1.2



各ケースの応答値, 限界値の算定

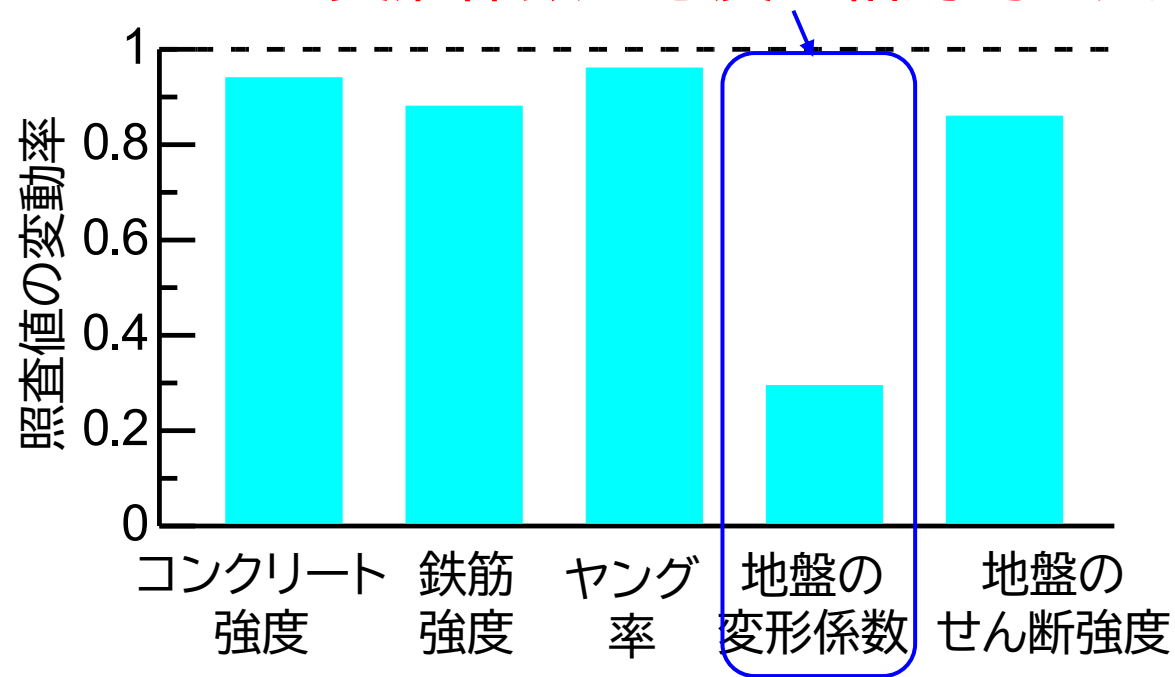


耐震安全率の基準値の算定

成果②耐震安全率の目安値の算定

Step2:物性値ごとの感度分析

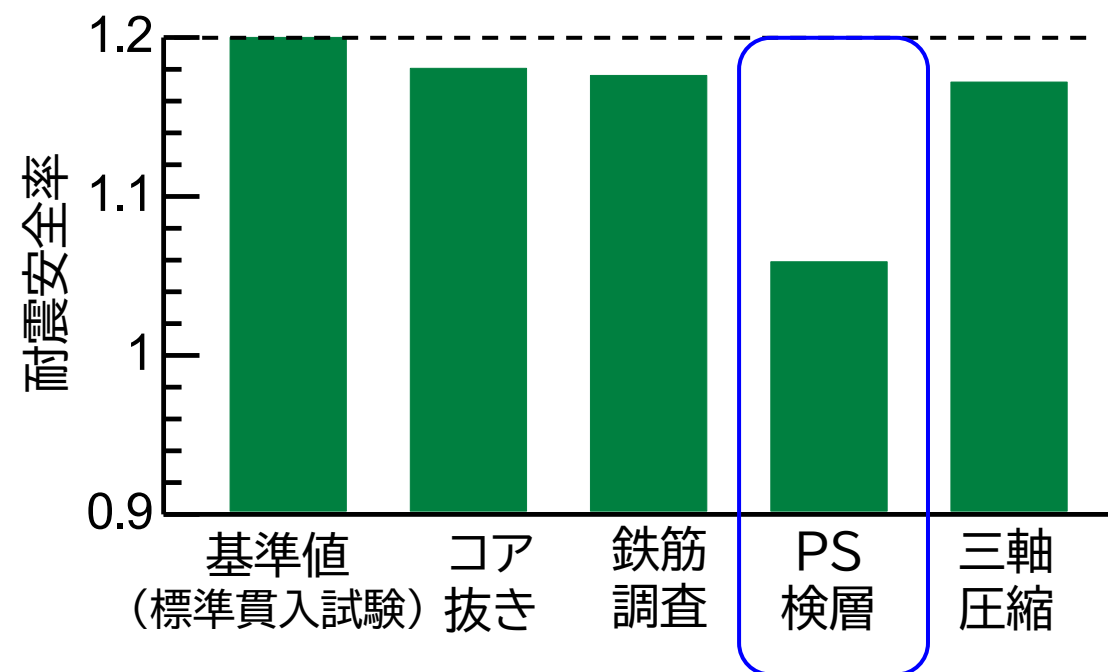
地盤の変形係数の感度が相対的に大



照査値に与える感度を定量化

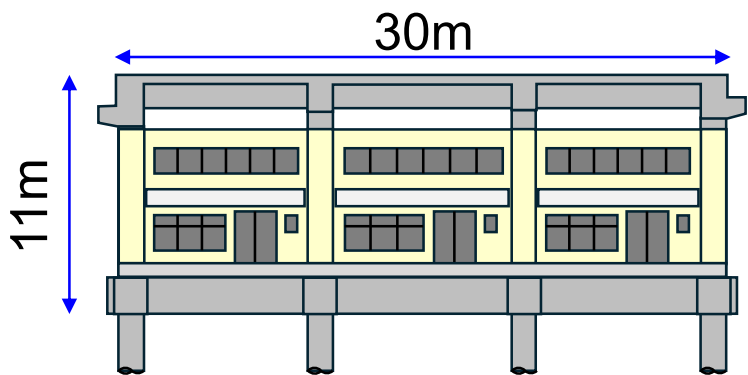
Step3:調査法ごとの耐震安全率算定

PS検層(地盤の剛性把握)が有効



有効な調査法が容易に判断可能

成果③既設構造物の耐震診断への適用



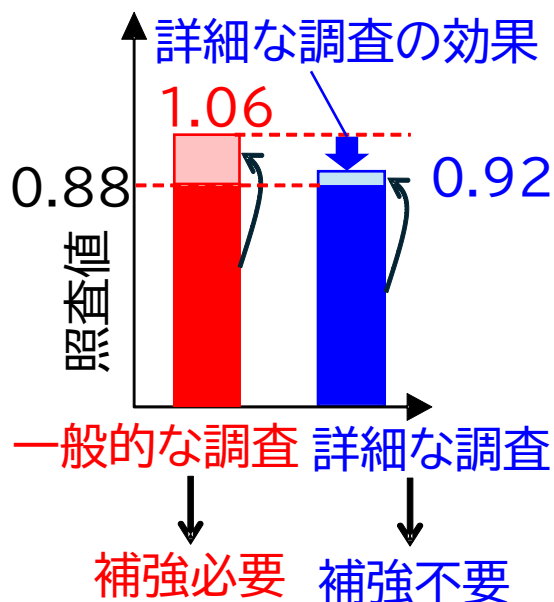
高架下店舗利用

【一般的な調査】

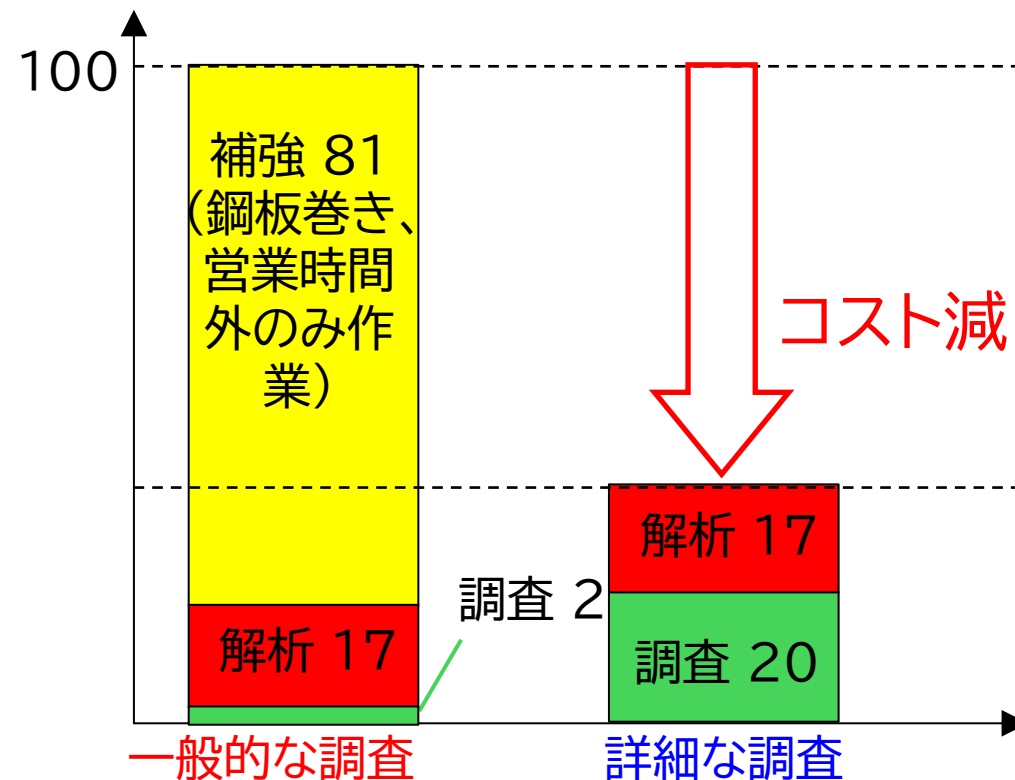
- ・標準貫入試験

【詳細な調査】

- ・PS検層
- ・三軸圧縮試験



コスト(一般的な調査を基準)



耐震診断・耐震補強の経済化のためのインセンティブが働きやすくなる

- 【成果①】 **耐震安全率を用いた照査法**を提示
→調査, 解析法の信頼性が照査値に与える**影響を明確化**
- 【成果②】 耐震安全率の**目安値の算定**
→照査項目・調査法ごとに**照査値に与える感度を定量化**
- 【成果③】 **既設構造物の耐震診断への適用**
→調査を詳細に行うことでコストが削減できる例を確認



適材適所の調査・解析とそれを踏まえた
合理的かつ経済的な鉄道構造物の設計が可能に