

V-187 地下連続壁の本体利用に関する実験 その3 (合成壁のモデル解析)

パシフィック・C

正員 児玉 肇

国鉄 東京第一工事局

正員 瀧田正一

同上

嶋田史雄

本報告は 梁理論に基づいたモデルを用いて 合成壁の挙動を解析的に検討し考察したものである。

§1 解析モデルの概要

図-1に示されるように 合成壁を二本の平行な梁要素と 接合面間の応力伝達を表現する部材間バネでモデル化する。梁要素、部材間バネは共に非線形である。部材間バネは 接合面法線方向の反力 R を表現する反力バネ K_R と 接線方向のせん断力 S を表現するせん断バネ K_S よりなっている。図-2に示されるように K_R は接合面の相対変位 δ_R に応じて反力 R を生じるが 引張については $-R_0$ で限界となる。 K_S は接合面のずれ変位 δ_S に応じてせん断力 S を生じるが S_0 で限界となる。 S_0 の値はせん断摩擦説によっており K_R の反力 R の値と連動している。また、接合面と各梁の軸線との偏り h_1, h_2 に応じて、 $S_x h_1, S_x h_2$ なる偏心モーメントも同時に作用させる。ここに、

$$\delta_R = U_I - U_J, \quad \delta_S = (U_I + h_1 \frac{\alpha \partial U}{\partial x}) - (U_J - h_2 \frac{\alpha \partial U}{\partial x})$$

$$S_0 = \mu (R + R_0) + C_s \quad \text{ただし、} R + R_0 \leq 0 \quad \text{では} \quad S_0 = 0$$

μ ; 摩擦係数 C_s ; 付着力

図-3に梁要素の材料の応力-歪関係を示す。コンクリートは 放物線と直線、鉄筋はバイリニア型の応力-歪関係としている。図-4に示されるように 梁要素の軸剛性 EA 、曲げ剛性 EI は割線剛性を用いる。一般にRC断面においては 軸線位置における軸歪 $\epsilon_N = 0$ でも軸力 N_0 が存在する。また、配筋が軸線に対して非対称な場合等には 歪状態によっては曲率 $\phi = 0$ でも断面内には曲げモーメント M_0 が存在する。計算では これら N_0, M_0 を初期応力として作用させる。 EA, EI, N_0, M_0 の値は ϵ_N, ϕ の値によって相互に連成して変化するので、計算はある荷重状態について繰返し行ない 変形が許容誤差内に収まるまで続ける。

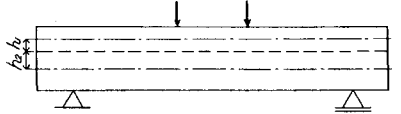
§2 解析結果

供試体G4, G5, A2についての解析結果を示す。表-1に解析に用いた材料定数を示す。図-5に荷重 P とスパン中央のたわみ δ の関係を示す。G4, G5は計算変位が小さめとなり、A2は逆に大きめとはな

表-1 解析に用いた材料定数

定数	コンクリート						鉄筋		接合面のせん断応力 τ_f (%)	
	σ_c (kg/cm^2)	σ_{ct} (kg/cm^2)	ϵ_{c1} (%)	ϵ_{c2} (%)	ϵ_{c3} (%)	ϵ_{c4} (%)	σ_{sy} (kg/cm^2)	ϵ_{sy} (%)	無処理	マッドケー 塗り
G4	287	28	0.2	0.35	-0.02	-0.035	3000	0.150	—	—
G5	連壁	222	21	〃	〃	〃	4090	0.205	0.60n	—
	内壁	303	23	〃	〃	〃	3000	0.150	+1.5	—
A2	連壁	285	25	〃	〃	〃	3820	0.225	1.01(0n+ P σ_y)+7.84	0.60n
	内壁	256	24	〃	〃	〃	3800	0.216	—	+0.5

(a) 供試体



(b) 解析モデル

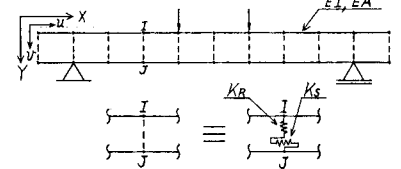
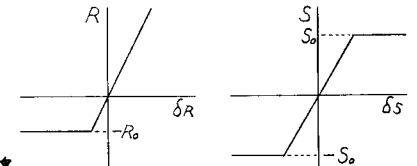


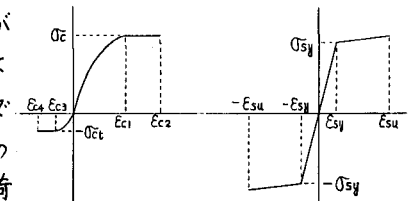
図-1 合成壁のモデル化



(a) 反力バネ K_R

(b) せん断バネ K_S

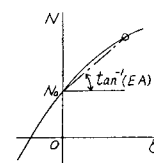
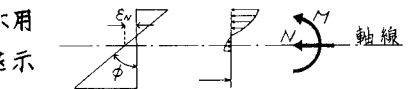
図-2 部材間バネの特性



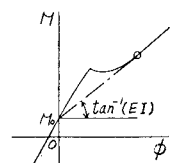
(a) コンクリート

(b) 鉄筋

図-3 材料の応力-歪関係



(a) 軸剛性



(b) 曲げ剛性

図-4 梁要素の剛性

いるものの、計算結果は実測値と概ね良く一致している。最大荷重がいずれも計算結果の方が大きくなっているのは、解析モデルがせん断破壊を表現しないこと、ならびにテストピースと供試体での材料強度の相異によるのではないかと考えられる。図-6に歪分布 ϵ 、接合面のずれ分布 δ_s を示す。歪分布について見ると、せん断スパン内においては実測値と若干の差が残る部分も一部有るが、接合面がずれる場合の歪分布の不連続性などが良く表現されており、概ね良好な一致を示している。せん断スパンにおいて幾分差が生じるのは、解析モデルがせん断クラックの発生による剛性低下を表現しないことによるもので、これが図-5における変位量の相異になつて表われているものと考えられる。ずれ分布を見ると、無処理の場合(G5)や端部をジベルで緊結した場合(A2)の分布性状を計算結果は良く表現している。図-7に連壁、内壁の負担している軸力 N_m を示す。ここに $N_m = (M_p - M_1 - M_2) / \frac{1}{2}(H_2 + H_1)$ なる値で、式中の記号は、同名報告(その2)を参照されたい。 N_m は、半スパン区間における接合面に作用しているせん断応力の総和であり、理想的な重ね壁では0となる。一方、一体化された合成壁では、その断面形状と配筋により自動的に決まる値であり、この値は二つの壁を一体化させるに必要な力である。設計においてはこの力が充分伝達されるように接合面の処理を考えることが必要になる。同図より、計算結果は実測値に非常に良く一致しており、本解析方法が接合面間の応力伝達ならびに合成壁の荷重分担機構を良く表現していることがわかる。

§3 まとめ

今回報告した解析モデルを用いると、合成壁の変形、歪分布、ずれ分布について概ね予測することができる。特に、接合面における応力伝達機構、ならびに二つの梁の荷重分担機構は良く一致しており、本モデルは合成壁の挙動を良く表現しているものと考えられる。

残されている問題点としては、せん断クラックの発生による剛性低下やせん断破壊などを適切にモデル化すること、変形挙動をより実際のものに近づけることなどが挙げられる。

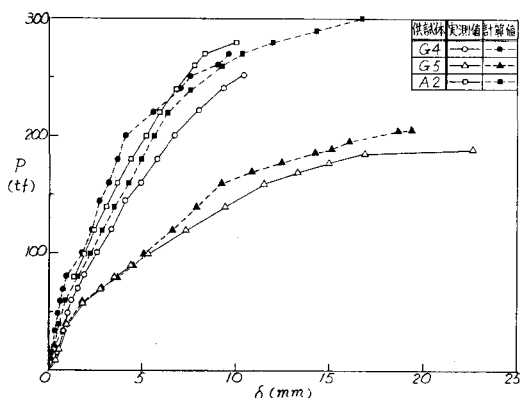


図-5 荷重-たわみ関係

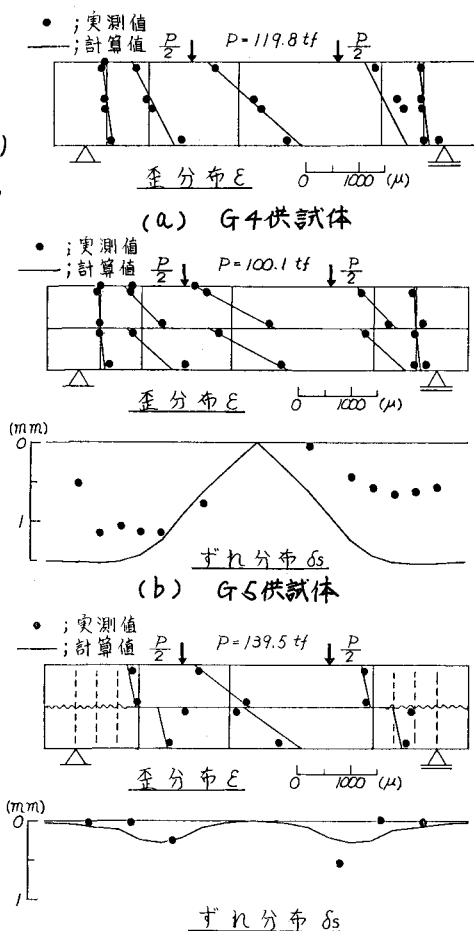


図-6 歪分布とずれ分布

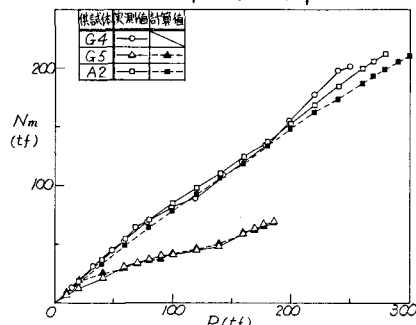


図-7 曲げスパンにおける軸力 N_m